

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР

2021

Випуск шістдесят сьомий

Видається з 1948 р.



КИЇВ • 2020

УДК 52(059)

Астрономічний календар. 2021 / ред. кол.: А. П. Відьмаченко (гол. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ: Академперіодика, 2020. — 284 с.

У довідковій частині щорічника наведено таблиць-календар на 2020 рік, відомості про хронологію за найуживанішими календарями народів світу, основні величини для Сонця, Землі, Місяця й планет, ефемериди Сонця, Місяця і планет, час сходу та заходу Сонця й Місяця, моменти кульмінацій і фази Місяця, планетні конфігурації, відомості про видимість на небі великих планет і галілеєвих супутників Юпітера, про яскраві й змінні зорі, про туманності, комети, покриття зір Місяцем та астероїдами, метеорні потоки, затемнення та про інші небесні явища.

У статтях розказано про сучасний стан досліджень в окремих галузях астрономії та подано інформацію про пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики.

Як довідник і посібник для практичних робіт книжка може стати в пригоді широкому загалові користувачів: спеціалістам з астрономії та інших галузей науки, викладачам, студентам, школярам, аматорам астрономії тощо.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

доктор фізико-математичних наук, професор *А. П. Відьмаченко* (головний редактор), *О. В. Клименко* (відповідальний секретар), доктор фізико-математичних наук, професор *В. Г. Кручиненко*, кандидат фізико-математичних наук *Л. М. Свачій*, кандидат фізико-математичних наук *В. Г. Іванчук*, кандидат фізико-математичних наук *В. М. Клименко*, кандидат фізико-математичних наук *Г. У. Ковальчук*, кандидат фізико-математичних наук *В. Я. Чолій*, *К. М. Ненахова*

*Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу НАН України»*

*Друкується за рішенням Ученої ради ГАО НАН України
(протокол від 03.12.2020 № 13)*

На першій сторінці обкладинки — Туманність «Котяче око»

ISBN 978-966-360-426-8

© Головна астрономічна обсерваторія
НАН України, 2020
© Академперіодика, оформлення, 2020

ЗМІСТ

| | |
|---|-----|
| ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2021 РОКУ | 6 |
| ПЕРЕДМОВА | 7 |
| ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР НА 2021 рік | 9 |
| ДОВІДНИК СПОСТЕРІГАЧА | 13 |
| ХРОНОЛОГІЯ — КАЛЕНДАРІ | 26 |
| СОНЦЕ, ЗЕМЛЯ ТА МІСЯЦЬ | 30 |
| Основні дані про Сонце | 30 |
| Основні дані про Землю | 33 |
| Основні дані про Місяць | 34 |
| Ефемериди Сонця та Місяця | 37 |
| Схід і захід Сонця на широті 50° | 49 |
| Поправки часу сходу Сонця для різних широт | 50 |
| Азимуті точок сходу та заходу Сонця | 51 |
| Тривалість громадянських присмерків | 51 |
| Схід, кульмінація та захід Місяця для широти 50° та східної довготи $2^{h}02^{m}$ | 52 |
| Поправки моментів сходу та заходу Місяця | 64 |
| Фази Місяця | 74 |
| Проходження Місяця через перигей і апогей | 74 |
| Проходження Місяця через вузли своєї орбіти | 75 |
| Моменти входження Сонця в сузір'я | 75 |
| Моменти входження Місяця в сузір'я | 76 |
| Ефемериди для фізичних спостережень Сонця | 79 |
| Ефемериди для фізичних спостережень Місяця | 80 |
| ПЛАНЕТИ | 84 |
| Меркурій | 84 |
| Венера | 86 |
| Марс | 88 |
| Юпітер | 90 |
| Сатурн | 92 |
| Уран | 95 |
| Нептун | 96 |
| Планетні конфігурації | 97 |
| Сполучення планет | 98 |
| Сполучення планет із Місяцем | 98 |
| Ефемериди планет | 101 |

| | |
|---|-----|
| Видимість Меркурія на широті 50° | 110 |
| Видимість яскравих планет на широті 50° | 112 |
| Геліоцентричні довготи (l) і відстані (r) планет, геоцентричні відстані (ρ) .. | 114 |
| Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50° | 118 |
| Галілеєві супутники Юпітера | 121 |
| Середні елементи орбіт планет на епоху $J2000.0$ | 128 |
| Фізичні характеристики планет Сонячної системи | 128 |
| КОМЕТИ | 129 |
| Видимість комет упродовж 2021 р. | 129 |
| Комети, які проходять перигелій у 2021 р. | 133 |
| Елементи кометних орбіт | 134 |
| Ефемериди комет. | 136 |
| МЕТЕОРНІ ПОТОКИ | 139 |
| Основні метеорні потоки | 140 |
| Горизонтальні координати радіантів метеорних потоків | 141 |
| ЗОРІ | 151 |
| Ппульсуючі змінні зорі | 151 |
| Затемнювані зорі | 153 |
| Довгоперіодичні змінні зорі типу α Кита (Міриди) та моменти їхніх максимумів | 154 |
| Напівправильні та неправильні змінні зорі | 155 |
| Моменти мінімумів блиску деяких затемнюваних зір, зручні для спостереження в Україні | 156 |
| Первинні UBV - та $UBVRI$ -стандарти | 159 |
| Подвійні зорі для спостережень із невеликими телескопами | 161 |
| Зорі до 2.5 зоряної величини зі схиленнями від -30° до $+90^\circ$ | 163 |
| ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ | 165 |
| Розсіяні зоряні скупчення | 166 |
| Кульові зоряні скупчення | 167 |
| Галактики | 168 |
| Туманності | 168 |
| ЗАТЕМНЕННЯ | 170 |
| Повне місячне затемнення 26 травня 2021 р. | 170 |
| Кільцеподібне сонячне затемнення 10 червня 2021 р. | 171 |
| Часткове місячне затемнення 19 листопада 2021 р. | 174 |
| Повне сонячне затемнення 4 грудня 2021 р. | 175 |
| Покриття зір і планет Місяцем | 176 |
| Зорі до 6.1 зоряної величини, покриття яких можна спостерігати в Україні 2021 р. | 178 |
| Обставини покриттів зір Місяцем | 179 |
| Покриття зір астероїдами | 185 |
| Обставини покриттів зір астероїдами | 188 |

| | |
|---|-----|
| ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ | 203 |
| Азимути Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот | 203 |
| Середня рефракція | 204 |
| Переведення часток доби у години, хвилини та секунди | 204 |
| Переведення годин і хвилин у частки доби | 205 |
| Кількість юліанських днів від початку юліанського періоду до 12 год нульового дня кожного місяця | 205 |
| Поправки для перетворення проміжків сонячного середнього часу на зоряний та зоряного часу на середній | 206 |
| Широти та довготи деяких міст України | 207 |
| ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ | 208 |
| ПОДІЇ, ЯВИЩА, ФАКТИ | 216 |
| Екзопланети біля зір нашої галактики — <i>А. П. Відьмаченко</i> | 216 |
| Чи пов'язані спалахи пандемій із періодичними змінами сонячної активності? — <i>С. М. Осінов</i> | 231 |
| З ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ | 233 |
| Пам'яті професора Івана Кириловича Коваля (10.11.1929—15.06.2020) — <u>А. О. Корсунь</u> , <i>О. В. Мороженко</i> , <i>К. М. Ненахова</i> | 233 |
| Усе життя на службі в Сонця (До 100-річного ювілею Євгенії Миколаївни Земанек) — <i>Л. В. Казанцева</i> | 240 |
| Павло Родіонович Романчук (11.III.1921—22.VI.2008) — <i>В. М. Єфіменко</i> .. | 244 |
| Як “астрономічні зубри” врятували Полтавську гравіметричну обсерваторію в 1934—1938 рр. (Дещо зі сторінок архівного рукопису О. Я. Орлова 1938 р.) — <u>А. О. Корсунь</u> , <i>М. В. Лубков</i> | 249 |
| Франческо Фонтана — автор першого ілюстрованого видання з астрономії — <i>М. В. Лашко</i> | 255 |
| Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики — <i>Л. М. Свачій</i> | 261 |

ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2021 РОКУ

64—65-й роки космічної ери

- Початок тропічного року 2021.0** — 31 грудня 2020 р.
о 2 год 53 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в перигелії** — 2 січня о 13 год 51 хв (за всесвітнім часом).
- Весняне рівнодення** (початок астрономічної весни) — 20 березня
о 9 год 37 хв (за всесвітнім часом).
- Літнє сонцестояння** (початок астрономічного літа) — 21 червня
о 3 год 32 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в афелії** — 5 липня о 22 год 27 хв (за всесвітнім часом).
- Осіньне рівнодення** (початок астрономічної осені) — 22 вересня
о 19 год 21 хв (за всесвітнім часом).
- Зимове сонцестояння** (початок астрономічної зими) — 21 грудня
о 15 год 59 хв (за всесвітнім часом).

ЗАТЕМНЕННЯ

- Повне місячне затемнення** 26 травня (в Україні не видно).
- Кільцеподібне сонячне затемнення** 10 червня (в Україні видно як часткове).
- Часткове місячне затемнення** 19 листопада (в Україні не видно).
- Повне сонячне затемнення** 4 грудня (в Україні не видно).

КОМЕТИ

141P/Мечгольц 2 (січень), *7P/Понс* — *Віннеке* (березень — червень),
4P/Фай (серпень — грудень), *67P/Чурюмов* — *Герасименко* (серпень — грудень),
19P/Бореллі (грудень), *C/2017 K2 (ПАНСТАРПС)* (листопад — грудень).

МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Квадрантиди (січень, максимум 2—4.I), *Віргініди* (лютий — травень, максимум 3.III—18.IV), *Ліриди* (квітень, максимум 21.IV), *η-Аквариди* (квітень — травень, максимум 4—6.V), *Арієтиди* (травень — липень, максимум 7.VI), *δ-Аквариди* (липень — серпень, максимум 27—30.VII), *α-Каприкорніди* (липень — серпень, максимум 30.VII), *Персеїди* (липень — серпень, максимум 9—13.VIII), *Цигніди* (серпень, максимум 20.VIII), *Оріоніди* (серпень — листопад, максимум 20—22.X), *Драконіди* (жовтень, максимум 9.X), *Південні Тауриди* (вересень — грудень, максимум 30.X—7.XI), *Північні Тауриди* (вересень — грудень, максимум 4—7.XI), *Леоніди* (листопад — грудень, максимум 17.XI), *Гемініди* (грудень, максимум 13—14.XII), *Урсиди* (грудень, максимум 22—23.XII).

ПЕРЕДМОВА

У 67-му випуску “Астрономічного календаря” подано відомості довідкового й інформаційного характеру про небесні світила та явища впродовж 2021 р., статті з актуальних проблем в астрономії, а також з історії астрономічної науки.

За обсягом та інформативністю матеріалів Календар є довідником, що містить різноманітні дані про небесні світила та явища, а також про умови їхньої видимості протягом 2021 р. У майбутньому редакція приділятиме увагу доповненням “Астрономічного календаря” новою інформацією та поліпшенню його оформлення.

Довідкова частина Календаря містить: відомості про хронологію за найуживанішими календарями народів світу; основні характеристики Сонця, Землі, Місяця, планет; ефемериди Сонця, Місяця й планет; обставини видимості планет; планетні конфігурації, відомості про затемнення й покриття зір Місяцем та астероїдами, про метеорні потоки, яскраві та змінні зорі, туманності, зоряні скупчення, галактики; передбачення щодо повернення комет, які спостерігалися раніше; моменти входження Сонця та Місяця в знаки Зодіаку; довідник спостерігача; допоміжні таблиці для розрахунків й уточнення обставин астрономічних явищ на небосхилі; пояснення до табличної частини Календаря та ін.

Довідкові матеріали підготували: **В. М. Андрук** (зоряні скупчення, галактики, туманності), **О. В. Бахонський** (карти вигляду зоряного неба), **С. А. Борисенко** (комети), **М. І. Буромський** (затемнення Сонця й Місяця), **В. Г. Іванчук** (відомості про Сонце), **Л. В. Казанцева** (покриття зір астероїдами), **Л. М. Кізюн** (елементи орбіт і фізичні характеристики планет), **Г. У. Ковальчук** (змінні зорі, каталоги зір до 2.5 зоряної величини та подвійних зір), **А. П. Відьмаченко** та **В. Г. Кручиненко** (метеорні потоки), **К. М. Ненахова** (довідник спостерігача; табель-календар; дані про Землю; схід і захід Сонця та Місяця; азимуті точок сходу й заходу Сонця та Місяця; тривалість громадянських приміроків; фази Місяця; проходження Місяця через апогей і перигей; азимуті Полярної зорі й поправки до її висот, хронологія — календарі; ефемериди Сонця й Місяця; входження Сонця й Місяця в знаки Зодіаку; ефемериди для фізичних спостережень Сонця та Місяця; проходження Місяця через вузли своєї орбіти; карти видимих шляхів планет; планетні конфігурації; сполучення планет; сполучення планет із Місяцем; ефемериди планет; таблиці видимості яскравих планет;

геліоцентричні довготи і відстані планет; геоцентричні відстані до планет; допоміжні таблиці; разом із **І. П. Крячком** — видимість планет на небосхилі), **В. Й. Мазур** (покриття зір і планет Місяцем), **П. М. Федій** (графічний календар, галілеєві супутники Юпітера). Також включено відомості про Місяць, складені **В. С. Кислюком** (1940—2014).

Інформаційна частина Календаря охоплює два розділи. У розділі “Події, явища, факти” вміщено статті “Екзопланети біля зір нашої галактики” (**А. П. Відьмаченко**), “Чи пов’язані спалахи пандемій із періодичними змінами сонячної активності?” (**С. М. Осіпов**). У розділі “З історії астрономії” подано статті “Пам’яті професора Івана Кириловича Коваля” (**А. О. Корсунь**), **О. В. Мороженко**, **К. М. Ненахова**), “Усе життя на службі в Сонця (До 100-річного ювілею Євгенії Миколаївни Земанек)” (**Л. В. Казанцева**), Павло Родіонович Романчук (11.III.1921—22.VI.2008) (**В. М. Єфіменко**), “Як “астрономічні зубри” врятували Полтавську гравіметричну обсерваторію в 1934—1938 рр. (Деяко зі сторінок архівного рукопису О. Я. Орлова 1938 р.)” (**А. О. Корсунь**), **М. В. Лубков**), “Франческо Фонтана — автор першого ілюстрованого видання з астрономії” (**М. В. Лашко**) і “Пам’ятні дати в історії астрономії та космонавтики” (**Л. М. Свачій**).

Редколегія “Астрономічного календаря” висловлює щирю подяку всім авторам за підготовлені матеріали та звертається до читачів “Астрономічного календаря” і всіх, хто цікавиться астрономією, з проханням надсилати оригінальні матеріали для публікації у майбутніх випусках Календаря на адресу:

03143, Київ, вул. Академіка Заболотного, 27
Головна астрономічна обсерваторія НАН України
Головному редакторові
«Астрономічного календаря»
проф. Відьмаченкові А.П.

Редколегія звертається до зацікавлених осіб й установ з проханням надати спонсорську допомогу для підтримки цього популярного видання — найповнішого довідника з астрономії, який має на меті поширювати в Україні знання про Всесвіт.

*Наші реквізити: УАА ЄДРПОУ 14288097
р/р 26001066651001 в ПАТ «Банк національний кредит»
в м. Києві МФО 320702*

*Головний редактор Календаря
проф. А.П. Відьмаченко*

**ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР
на 2021 рік**

| Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... |
|--------|-----------|-----------------------------|------------|-------|-----------|-----------------------------|------------|----------|-----------|-----------------------------|------------|
| Січень | | | | Лютий | | | | Березень | | | |
| 1 | Пт | 1 | 215.5 | 1 | Пн | 32 | 246.5 | 1 | Пн | 60 | 274.5 |
| 2 | Сб | 2 | 216.5 | 2 | Вт | 33 | 247.5 | 2 | Вт | 61 | 275.5 |
| 3 | Нд | 3 | 217.5 | 3 | Ср | 34 | 248.5 | 3 | Ср | 62 | 276.5 |
| | | | | 4 | Чт | 35 | 249.5 | 4 | Чт | 63 | 277.5 |
| 4 | Пн | 4 | 218.5 | 5 | Пт | 36 | 250.5 | 5 | Пт | 64 | 278.5 |
| 5 | Вт | 5 | 219.5 | 6 | Сб | 37 | 251.5 | 6 | Сб | 65 | 279.5 |
| 6 | Ср | 6 | 220.5 | 7 | Нд | 38 | 252.5 | 7 | Нд | 66 | 280.5 |
| 7 | Чт | 7 | 221.5 | | | | | | | | |
| 8 | Пт | 8 | 222.5 | 8 | Пн | 39 | 253.5 | 8 | Пн | 67 | 281.5 |
| 9 | Сб | 9 | 223.5 | 9 | Вт | 40 | 254.5 | 9 | Вт | 68 | 282.5 |
| 10 | Нд | 10 | 224.5 | 10 | Ср | 41 | 255.5 | 10 | Ср | 69 | 283.5 |
| | | | | 11 | Чт | 42 | 256.5 | 11 | Чт | 70 | 284.5 |
| 11 | Пн | 11 | 225.5 | 12 | Пт | 43 | 257.5 | 12 | Пт | 71 | 285.5 |
| 12 | Вт | 12 | 226.5 | 13 | Сб | 44 | 258.5 | 13 | Сб | 72 | 286.5 |
| 13 | Ср | 13 | 227.5 | 14 | Нд | 45 | 259.5 | 14 | Нд | 73 | 287.5 |
| 14 | Чт | 14 | 228.5 | | | | | | | | |
| 15 | Пт | 15 | 229.5 | 15 | Пн | 46 | 260.5 | 15 | Пн | 74 | 288.5 |
| 16 | Сб | 16 | 230.5 | 16 | Вт | 47 | 261.5 | 16 | Вт | 75 | 289.5 |
| 17 | Нд | 17 | 231.5 | 17 | Ср | 48 | 262.5 | 17 | Ср | 76 | 290.5 |
| | | | | 18 | Чт | 49 | 263.5 | 18 | Чт | 77 | 291.5 |
| 18 | Пн | 18 | 232.5 | 19 | Пт | 50 | 264.5 | 19 | Пт | 78 | 292.5 |
| 19 | Вт | 18 | 233.5 | 20 | Сб | 51 | 265.5 | 20 | Сб | 79 | 293.5 |
| 20 | Ср | 20 | 234.5 | 21 | Нд | 52 | 266.5 | 21 | Нд | 80 | 294.5 |
| 21 | Чт | 21 | 235.5 | | | | | | | | |
| 22 | Пт | 22 | 236.5 | 22 | Пн | 53 | 267.5 | 22 | Пн | 81 | 295.5 |
| 23 | Сб | 23 | 237.5 | 23 | Вт | 54 | 268.5 | 23 | Вт | 82 | 296.5 |
| 24 | Нд | 24 | 238.5 | 24 | Ср | 55 | 269.5 | 24 | Ср | 83 | 297.5 |
| | | | | 25 | Чт | 56 | 270.5 | 25 | Чт | 84 | 298.5 |
| 25 | Пн | 25 | 239.5 | 26 | Пт | 57 | 271.5 | 26 | Пт | 85 | 299.5 |
| 26 | Вт | 26 | 240.5 | 27 | Сб | 58 | 272.5 | 27 | Сб | 86 | 300.5 |
| 27 | Ср | 27 | 241.5 | 28 | Нд | 59 | 273.5 | 28 | Нд | 87 | 301.5 |
| 28 | Чт | 28 | 242.5 | | | | | | | | |
| 29 | Пт | 29 | 243.5 | | | | | 29 | Пн | 88 | 302.5 |
| 30 | Сб | 30 | 244.5 | | | | | 30 | Вт | 89 | 303.5 |
| 31 | Нд | 31 | 245.5 | | | | | 31 | Ср | 90 | 304.5 |

Продовження таблиця-календаря

| Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... |
|---------|-----------|-----------------------------|------------|---------|-----------|-----------------------------|------------|---------|-----------|-----------------------------|------------|
| Квітень | | | | Травень | | | | Червень | | | |
| 1 | Чт | 91 | 305.5 | 1 | Сб | 121 | 335.5 | 1 | Вт | 152 | 366.5 |
| 2 | Пт | 92 | 306.5 | 2 | Нд | 122 | 336.5 | 2 | Ср | 153 | 367.5 |
| 3 | Сб | 93 | 307.5 | | | | | 3 | Чт | 154 | 368.5 |
| 4 | Нд | 94 | 308.5 | 3 | Пн | 123 | 337.5 | 4 | Пт | 155 | 369.5 |
| | | | | 4 | Вт | 124 | 338.5 | 5 | Сб | 156 | 370.5 |
| 5 | Пн | 95 | 309.5 | 5 | Ср | 125 | 339.5 | 6 | Нд | 157 | 371.5 |
| 6 | Вт | 96 | 310.5 | 6 | Чт | 126 | 340.5 | | | | |
| 7 | Ср | 97 | 311.5 | 7 | Пт | 127 | 341.5 | 7 | Пн | 158 | 372.5 |
| 8 | Чт | 98 | 312.5 | 8 | Сб | 128 | 342.5 | 8 | Вт | 159 | 373.5 |
| 9 | Пт | 99 | 313.5 | 9 | Нд | 129 | 343.5 | 9 | Ср | 160 | 374.5 |
| 10 | Сб | 100 | 314.5 | | | | | 10 | Чт | 161 | 375.5 |
| 11 | Нд | 101 | 315.5 | 10 | Пн | 130 | 344.5 | 11 | Пт | 162 | 376.5 |
| | | | | 11 | Вт | 131 | 345.5 | 12 | Сб | 163 | 377.5 |
| 12 | Пн | 102 | 316.5 | 12 | Ср | 132 | 346.5 | 13 | Нд | 164 | 378.5 |
| 13 | Вт | 103 | 317.5 | 13 | Чт | 133 | 347.5 | | | | |
| 14 | Ср | 104 | 318.5 | 14 | Пт | 134 | 348.5 | 14 | Пн | 165 | 379.5 |
| 15 | Чт | 105 | 319.5 | 15 | Сб | 135 | 349.5 | 15 | Вт | 166 | 380.5 |
| 16 | Пт | 106 | 320.5 | 16 | Нд | 136 | 350.5 | 16 | Ср | 167 | 381.5 |
| 17 | Сб | 107 | 321.5 | | | | | 17 | Чт | 168 | 382.5 |
| 18 | Нд | 108 | 322.5 | 17 | Пн | 137 | 351.5 | 18 | Пт | 169 | 383.5 |
| | | | | 18 | Вт | 138 | 352.5 | 19 | Сб | 170 | 384.5 |
| 19 | Пн | 109 | 323.5 | 19 | Ср | 139 | 353.5 | 20 | Нд | 171 | 385.5 |
| 20 | Вт | 110 | 324.5 | 20 | Чт | 140 | 354.5 | | | | |
| 21 | Ср | 111 | 325.5 | 21 | Пт | 141 | 355.5 | 21 | Пн | 172 | 386.5 |
| 22 | Чт | 112 | 326.5 | 22 | Сб | 142 | 356.5 | 22 | Вт | 173 | 387.5 |
| 23 | Пт | 113 | 327.5 | 23 | Нд | 143 | 357.5 | 23 | Ср | 174 | 388.5 |
| 24 | Сб | 114 | 328.5 | | | | | 24 | Чт | 175 | 389.5 |
| 25 | Нд | 115 | 329.5 | 24 | Пн | 144 | 358.5 | 25 | Пт | 176 | 390.5 |
| | | | | 25 | Вт | 145 | 359.5 | 26 | Сб | 177 | 391.5 |
| 26 | Пн | 116 | 330.5 | 26 | Ср | 146 | 360.5 | 27 | Нд | 178 | 392.5 |
| 27 | Вт | 117 | 331.5 | 27 | Чт | 147 | 361.5 | | | | |
| 28 | Ср | 118 | 332.5 | 28 | Пт | 148 | 362.5 | 28 | Пн | 179 | 393.5 |
| 29 | Чт | 119 | 333.5 | 29 | Сб | 149 | 363.5 | 29 | Вт | 180 | 394.5 |
| 30 | Пт | 120 | 334.5 | 30 | Нд | 150 | 364.5 | 30 | Ср | 181 | 395.5 |
| | | | | 31 | Пн | 151 | 365.5 | | | | |

Продовження таблиця-календаря

| Дата | Дні тижня | Номер лоби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер лоби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер лоби від початку року | JD2459 ... |
|--------|-----------|-----------------------------|------------|---------|-----------|-----------------------------|------------|----------|-----------|-----------------------------|------------|
| Липень | | | | Серпень | | | | Вересень | | | |
| 1 | Чт | 182 | 396.5 | 1 | Нд | 213 | 427.5 | 1 | Ср | 244 | 458.5 |
| 2 | Пт | 183 | 397.5 | | | | | 2 | Чт | 245 | 459.5 |
| 3 | Сб | 184 | 398.5 | 2 | Пн | 214 | 428.5 | 3 | Пт | 246 | 460.5 |
| 4 | Нд | 185 | 399.5 | 3 | Вт | 215 | 429.5 | 4 | Сб | 247 | 461.5 |
| | | | | 4 | Ср | 216 | 430.5 | 5 | Нд | 248 | 462.5 |
| 5 | Пн | 186 | 400.5 | 5 | Чт | 217 | 431.5 | | | | |
| 6 | Вт | 187 | 401.5 | 6 | Пт | 218 | 432.5 | 6 | Пн | 249 | 463.5 |
| 7 | Ср | 188 | 402.5 | 7 | Сб | 219 | 433.5 | 7 | Вт | 250 | 464.5 |
| 8 | Чт | 189 | 403.5 | 8 | Нд | 220 | 434.5 | 8 | Ср | 251 | 465.5 |
| 9 | Пт | 190 | 404.5 | | | | | 9 | Чт | 252 | 466.5 |
| 10 | Сб | 191 | 405.5 | 9 | Пн | 221 | 435.5 | 10 | Пт | 253 | 467.5 |
| 11 | Нд | 192 | 406.5 | 10 | Вт | 222 | 436.5 | 11 | Сб | 254 | 468.5 |
| | | | | 11 | Ср | 223 | 437.5 | 12 | Нд | 255 | 469.5 |
| 12 | Пн | 193 | 407.5 | 12 | Чт | 224 | 438.5 | | | | |
| 13 | Вт | 194 | 408.5 | 13 | Пт | 225 | 439.5 | 13 | Пн | 256 | 470.5 |
| 14 | Ср | 195 | 409.5 | 14 | Сб | 226 | 440.5 | 14 | Вт | 257 | 471.5 |
| 15 | Чт | 196 | 410.5 | 15 | Нд | 227 | 441.5 | 15 | Ср | 258 | 472.5 |
| 16 | Пт | 197 | 411.5 | | | | | 16 | Чт | 259 | 473.5 |
| 17 | Сб | 198 | 412.5 | 16 | Пн | 228 | 442.5 | 17 | Пт | 260 | 474.5 |
| 18 | Нд | 199 | 413.5 | 17 | Вт | 229 | 443.5 | 18 | Сб | 261 | 475.5 |
| | | | | 18 | Ср | 230 | 444.5 | 19 | Нд | 262 | 476.5 |
| 19 | Пн | 200 | 414.5 | 19 | Чт | 231 | 445.5 | | | | |
| 20 | Вт | 201 | 415.5 | 20 | Пт | 232 | 446.5 | 20 | Пн | 263 | 477.5 |
| 21 | Ср | 202 | 416.5 | 21 | Сб | 233 | 447.5 | 21 | Вт | 264 | 478.5 |
| 22 | Чт | 203 | 417.5 | 22 | Нд | 234 | 448.5 | 22 | Ср | 265 | 479.5 |
| 23 | Пт | 204 | 418.5 | | | | | 23 | Чт | 266 | 480.5 |
| 24 | Сб | 205 | 419.5 | 23 | Пн | 235 | 449.5 | 24 | Пт | 267 | 481.5 |
| 25 | Нд | 206 | 420.5 | 24 | Вт | 236 | 450.5 | 25 | Сб | 268 | 482.5 |
| | | | | 25 | Ср | 237 | 451.5 | 26 | Нд | 269 | 483.5 |
| 26 | Пн | 207 | 421.5 | 26 | Чт | 238 | 452.5 | | | | |
| 27 | Вт | 208 | 422.5 | 27 | Пт | 239 | 453.5 | 27 | Пн | 270 | 484.5 |
| 28 | Ср | 209 | 423.5 | 28 | Сб | 240 | 454.5 | 28 | Вт | 271 | 485.5 |
| 29 | Чт | 210 | 424.5 | 29 | Нд | 241 | 455.5 | 29 | Ср | 272 | 486.5 |
| 30 | Пт | 211 | 425.5 | | | | | 30 | Чт | 273 | 487.5 |
| 31 | Сб | 212 | 426.5 | 30 | Пн | 242 | 456.5 | | | | |
| | | | | 31 | Вт | 243 | 457.5 | | | | |

Закінчення таблиця-календаря

| Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... | Дата | Дні тижня | Номер доби від початку року | JD2459 ... |
|---------|-----------|-----------------------------|------------|----------|-----------|-----------------------------|------------|---------|-----------|-----------------------------|------------|
| Жовтень | | | | Листопад | | | | Грудень | | | |
| 1 | Пт | 274 | 488.5 | 1 | Пн | 305 | 519.5 | 1 | Ср | 335 | 549.5 |
| 2 | Сб | 275 | 489.5 | 2 | Вт | 306 | 520.5 | 2 | Чт | 336 | 550.5 |
| 3 | Нд | 276 | 490.5 | 3 | Ср | 307 | 521.5 | 3 | Пт | 337 | 551.5 |
| | | | | 4 | Чт | 308 | 522.5 | 4 | Сб | 338 | 552.5 |
| 4 | Пн | 277 | 491.5 | 5 | Пт | 309 | 523.5 | 5 | Нд | 339 | 553.5 |
| 5 | Вт | 278 | 492.5 | 6 | Сб | 310 | 524.5 | | | | |
| 6 | Ср | 279 | 493.5 | 7 | Нд | 311 | 525.5 | 6 | Пн | 340 | 554.5 |
| 7 | Чт | 280 | 494.5 | | | | | 7 | Вт | 341 | 555.5 |
| 8 | Пт | 281 | 495.5 | 8 | Пн | 312 | 526.5 | 8 | Ср | 342 | 556.5 |
| 9 | Сб | 282 | 496.5 | 9 | Вт | 313 | 527.5 | 9 | Чт | 343 | 557.5 |
| 10 | Нд | 283 | 497.5 | 10 | Ср | 314 | 528.5 | 10 | Пт | 344 | 558.5 |
| | | | | 11 | Чт | 315 | 529.5 | 11 | Сб | 345 | 559.5 |
| 11 | Пн | 284 | 498.5 | 12 | Пт | 316 | 530.5 | 12 | Нд | 346 | 560.5 |
| 12 | Вт | 285 | 499.5 | 13 | Сб | 317 | 531.5 | | | | |
| 13 | Ср | 286 | 500.5 | 14 | Нд | 318 | 532.5 | 13 | Пн | 347 | 561.5 |
| 14 | Чт | 287 | 501.5 | | | | | 14 | Вт | 348 | 562.5 |
| 15 | Пт | 288 | 502.5 | 15 | Пн | 319 | 533.5 | 15 | Ср | 349 | 563.5 |
| 16 | Сб | 289 | 503.5 | 16 | Вт | 320 | 534.5 | 16 | Чт | 350 | 564.5 |
| 17 | Нд | 290 | 504.5 | 17 | Ср | 321 | 535.5 | 17 | Пт | 351 | 565.5 |
| | | | | 18 | Чт | 322 | 536.5 | 18 | Сб | 352 | 566.5 |
| 18 | Пн | 291 | 505.5 | 19 | Пт | 323 | 537.5 | 19 | Нд | 353 | 567.5 |
| 19 | Вт | 292 | 506.5 | 20 | Сб | 324 | 538.5 | | | | |
| 20 | Ср | 293 | 507.5 | 21 | Нд | 325 | 539.5 | 20 | Пн | 354 | 568.5 |
| 21 | Чт | 294 | 508.5 | | | | | 21 | Вт | 355 | 569.5 |
| 22 | Пт | 295 | 508.5 | 22 | Пн | 326 | 540.5 | 22 | Ср | 356 | 570.5 |
| 23 | Сб | 296 | 510.5 | 23 | Вт | 327 | 541.5 | 23 | Чт | 357 | 571.5 |
| 24 | Нд | 297 | 511.5 | 24 | Ср | 328 | 542.5 | 24 | Пт | 358 | 572.5 |
| | | | | 25 | Чт | 329 | 543.5 | 25 | Сб | 359 | 573.5 |
| 25 | Пн | 298 | 512.5 | 26 | Пт | 330 | 544.5 | 26 | Нд | 360 | 574.5 |
| 26 | Вт | 299 | 513.5 | 27 | Сб | 331 | 545.5 | | | | |
| 27 | Ср | 300 | 514.5 | 28 | Нд | 332 | 546.5 | 27 | Пн | 361 | 575.5 |
| 28 | Чт | 301 | 515.5 | | | | | 28 | Вт | 362 | 576.5 |
| 29 | Пт | 302 | 516.5 | 29 | Пн | 333 | 547.5 | 29 | Ср | 363 | 577.5 |
| 30 | Сб | 303 | 517.5 | 30 | Вт | 334 | 548.5 | 30 | Чт | 364 | 578.5 |
| 31 | Нд | 304 | 518.5 | | | | | 31 | Пт | 365 | 579.5 |

ДОВІДНИК СПОСТЕРІГАЧА

(моменти подано за всесвітнім часом)

Розміщення сузір'їв на небі для широти 50° на певну годину за місцевим часом для кожного місяця ілюструється за допомогою зоряних карт. Унаслідок обертання Землі навколо власної осі сузір'я зміщуються зі сходу на захід приблизно на 15° за годину. Крім того, через обертальний рух Землі навколо Сонця протягом року вигляд зоряного неба теж безперервно змінюється відносно горизонту так, що сузір'я зміщуються в західному напрямку кожного місяця на 30° , за півмісяця — на 15° , за добу — на 1° . Отже, розміщення сузір'їв на інші моменти доби за місцевим часом неважко передбачити.

Скорочені назви сузір'їв

| | | | |
|-----|-----------------|-----|------------------|
| And | Андромеда | Lac | Ящірка |
| Aqr | Водолій | Leo | Лев |
| Aql | Орел | LMi | Малий Лев |
| Ari | Овен | Lep | Заєць |
| Aur | Візничий | Lib | Терези |
| Boo | Волопас | Lup | Вовк |
| Cam | Жираф | Lyn | Рись |
| Cnc | Рак | Lyr | Ліра |
| CVn | Гончі Пси | Mon | Одноріг |
| CMa | Великий Пес | Oph | Змієносець |
| CMi | Малий Пес | Ori | Оріон |
| Cap | Козоріг | Peg | Пегас |
| Cas | Кассіопея | Per | Персей |
| Cep | Цефей | Psc | Риби |
| Cet | Кит | Sgr | Стрілець |
| CrB | Північна Корона | Sco | Скорпіон |
| Crv | Ворон | Sct | Щит |
| Crt | Чаша | Ser | Змія |
| Cyg | Лебідь | Tau | Телець |
| Del | Дельфін | Tri | Трикутник |
| Dra | Дракон | UMa | Велика Ведмедиця |
| Eri | Еридан | UMi | Мала Ведмедиця |
| Gem | Близнята | Vir | Діва |
| Her | Геркулес | Vul | Лисичка |
| Hya | Гідра | | |

Січень

Видимість планет: Меркурій (увечері — цілий місяць, крім першого тижня); Венера (уранці); Марс (перша половина ночі); Юпітер (увечері — перша половина місяця); Сатурн (увечері — перша половина місяця); Уран (на початку місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі); Нептун (увечері).

Метеорні потоки: Квадрантиди (до 12.I), максимум 2—4.I.

Земля в перигелії: 2.I, о 14 год.

Фази Місяця: остання чверть — 6.I, новий Місяць — 13.I, перша чверть — 20.I, повний Місяць — 28.I.

Місяць у перигеї — 9.I, в апогеї — 21.I.

Комети: 141P/Мечгольц 2.

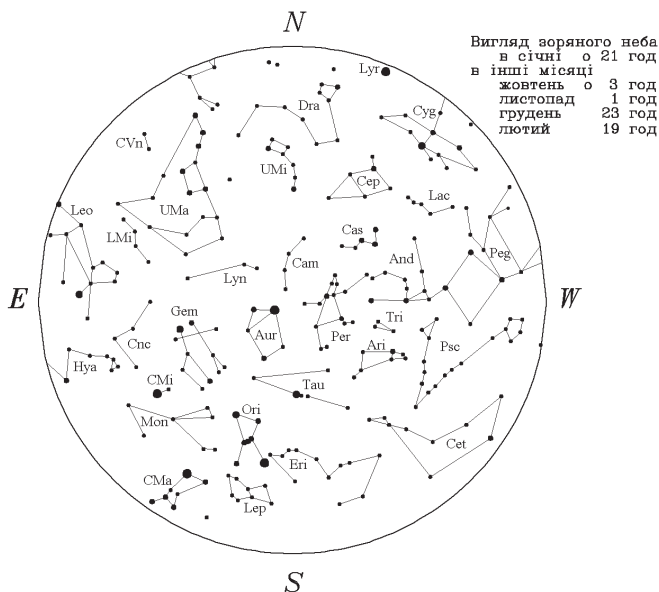
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ Овна, λ , ι , ζ Оріона, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона й Однорога.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Трикутника й Великої Ведмедиці.

Молочний Шлях проходить по західній половині неба, від південної частини горизонту до північної.



Лютий

Видимість планет: Меркурій (увечері — перша п'ятиденка місяця, уранці — друга половина місяця); Венера (на тлі ранкової зорі); Марс (перша половина ночі); Юпітер (уранці — наприкінці місяця); Сатурн (уранці — друга половина місяця); Уран (на початку місяця — перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері); Нептун (увечері).

Метеорні потоки: Віргініди (друга половина місяця).

Фази Місяця: остання чверть — 4.ІІ, новий Місяць — 11.ІІ, перша чверть — 19.ІІ, повний Місяць — 27.ІІ.

Місяць у перигеї — 3.ІІ, в апогеї — 18.ІІ.

Комети: 289Р/Бланпен, С/2017 Т2 (ПАНСТАРРС).

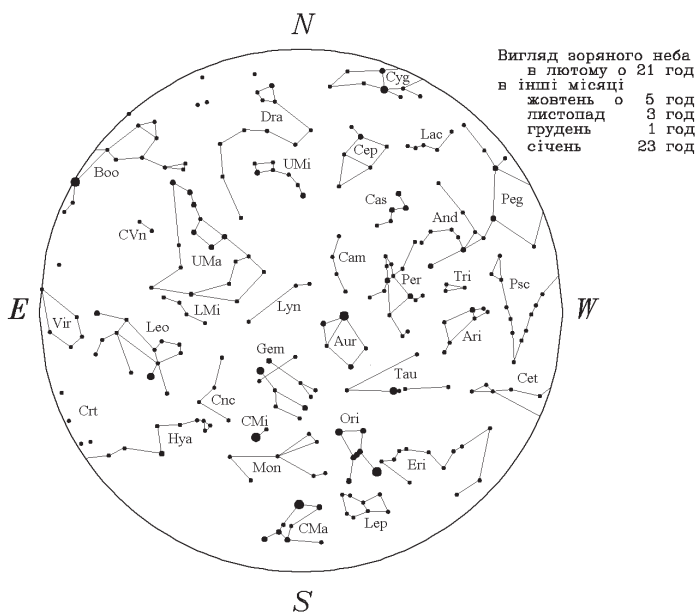
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, χ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона й Одророга.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить через західну половину неба від південно-західної точки горизонту до північної.



Березень

Видимість планет: Меркурій (уранці — перша половина місяця); Марс (перша половина ночі); Юпітер (уранці); Сатурн (уранці); Уран (увечері).

Метеорні потоки: Віргініди, максимум: 3.III—18.IV.

Весняне рівнодення: 20.III, 9 год 37 хв. Початок весни.

Фази Місяця: остання чверть — 6.III, новий Місяць — 13.III, перша чверть — 21.III, повний Місяць — 28.III.

Місяць у перигеї — 2.III та 30.III, в апогеї — 18.III.

Комети: 7P/Понс — Віннеке.

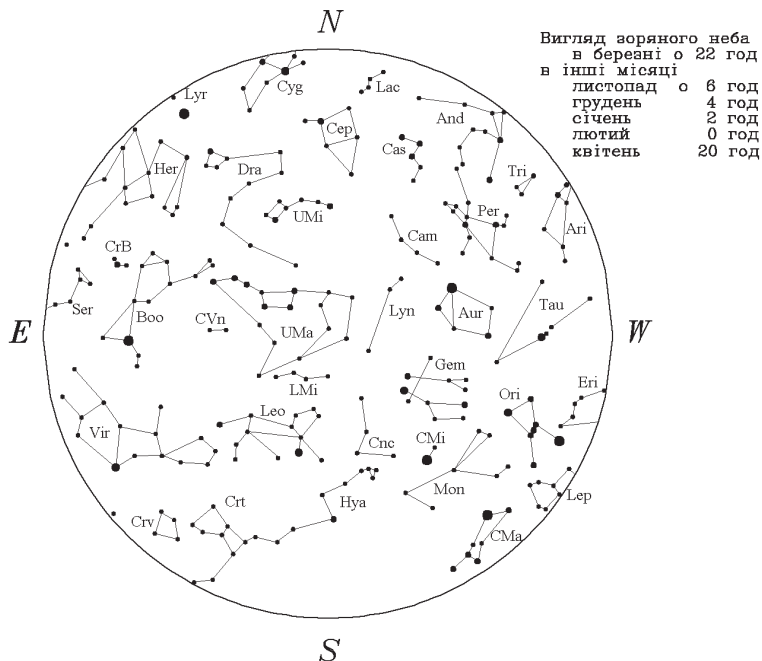
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, ξ , κ^2 , π , ϵ Волопаса, α Гончих Псів, γ Андромеди, η Кассіопеї, 23, λ , ι , ζ Оріона, ι Рака, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона й Однорога.

Галактики: у сузір'ях Трикутника, Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить із заходу на схід низько над горизонтом.



Травень

Видимість планет: Меркурій (увечері); Венера (увечері); Марс (перша половина ночі); Юпітер (уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Сатурн (уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Уран (уранці — остання десятиденка місяця); Нептун (уранці).

Метеорні потоки: Віргініди (до 6.V); η -Аквариди, максимум 4—6.V; Арістиди — остання десятиденка місяця.

Фази Місяця: остання чверть — 3.V, новий Місяць — 11.V, перша чверть — 19.V, повний Місяць — 26.V.

Повне місячне затемнення 26 травня (в Україні не видно).

Місяць в апогеї — 11.V, у перигеї — 26.V.

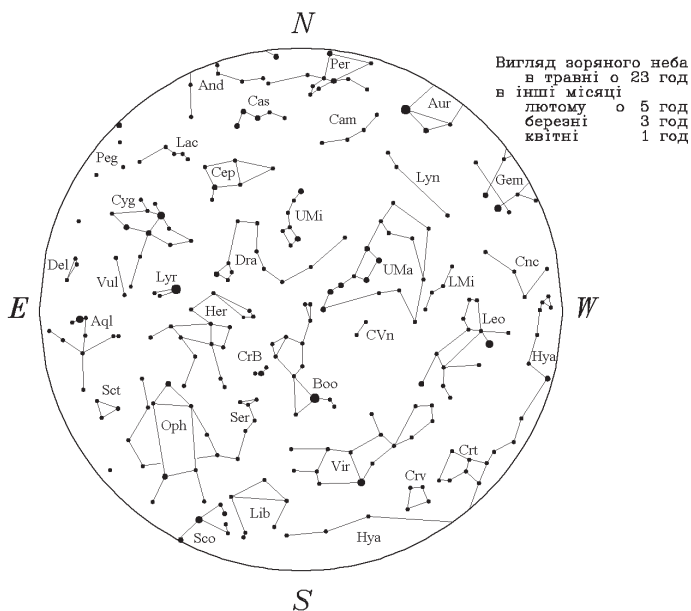
Комети: 7P/Понс — Віннеке.

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебедя, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів, δ Змії, ξ Скорпіона, ξ , α , ρ Геркулеса, ι Рака.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієноця, Ліри, Лебедя та Лисички.

Галактики: у сузір'ях Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить з північно-західної частини горизонту до південно-східної, високо піднявшись у східній частині неба.



Червень

Видимість планет: Меркурій (уранці — передостанні дні місяця); Венера (увечері); Марс (увечері); Юпітер (друга половина ночі); Сатурн (друга половина ночі, наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Уран (уранці); Нептун (на початку місяця — уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі).

Метеорні потоки: Арієтиди, максимум 7.VI.

Фази Місяця: остання чверть — 2.VI, новий Місяць — 10.VI, перша чверть — 18.VI, повний Місяць — 24.VI.

Місяць в апогеї — 8.VI, у перигеї — 23.VI.

Кільцеподібне сонячне затемнення 10 червня (в Україні видно як часткове).

Літне сонцестояння: 21.VI, 3 год 32 хв. Початок літа.

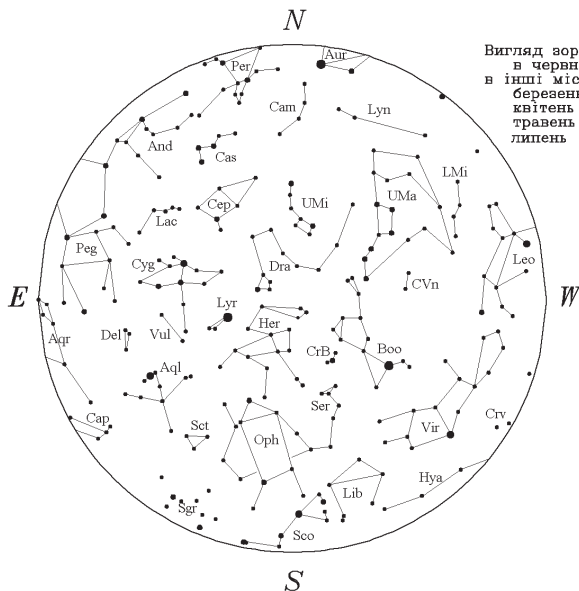
Комети: 7P/Понс — Віннеке.

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебеда, γ Дельфіна, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів, δ Змії, ξ Скорпіона, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносія, Стрільця, Ліри та Лисички.

Галактики: у сузір'ях Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить високо над східною частиною неба з північної точки горизонту до південної.



Липень

Видимість планет: Меркурій (уранці — цілий місяць, крім останньої п'ятиденки); Венера (увечері); Марс (увечері); Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин; наприкінці місяця — цілу ніч); Сатурн (упродовж першої десятиденки — майже цілу ніч, крім вечірніх годин, далі — усю ніч); Уран (уранці — на початку місяця; наприкінці місяця — друга половина ночі); Нептун (друга половина ночі — на початку місяця; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин).

Метеорні потоки: Арієтиди (до 3.VII); α -Каприкорніди, максимум 30.VII; δ -Аквариди північні — з 12.VII, максимум 30.VII; Персеїди — друга половина місяця; δ -Аквариди південні — остання десятиденка місяця, максимум 27.VII.

Земля в афелії: 5.VII, о 22 год.

Фази Місяця: остання чверть — 1.VII та 31.VII, новий Місяць — 10.VII, перша чверть — 17.VII, повний Місяць — 24.VII.

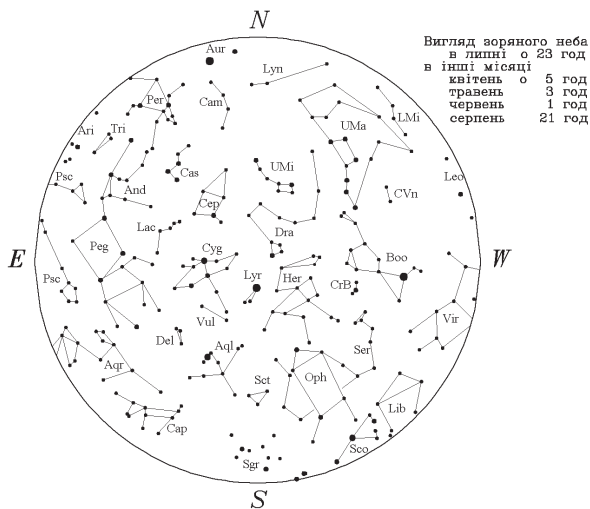
Місяць в апогеї — 5.VII, у перигеї — 21.VII.

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ξ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, δ Змії, ζ Скорпіона, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносеця, Стрільця, Ліри, Водоля та Лебедя.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці та Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить з північно-східної частини горизонту до південно-західної і високо піднімається у східній частині неба.



Серпень

Видимість планет: Венера (увечері); Марс (увечері - перша половина місяця); Юпітер (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Сатурн (цілу ніч — упродовж першої половини місяця; далі — майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Уран (друга половина ночі — на початку місяця; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (майже цілу ніч, крім вечірніх годин — на початку місяця; наприкінці місяця — усю ніч).

Метеорні потоки: δ -Аквариди південні — перша половина місяця; Цигніди (3—25.VIII), максимум 20.VIII; α -Каприкорніди (до 20.VIII); δ -Аквариди північні (до 23.VIII); Персеїди (до 24.VIII), максимум 9—13.VIII; Оріоніди (останній тиждень місяця).

Фази Місяця: новий Місяць — 8.VIII, перша чверть — 15.VIII, повний Місяць — 22.VIII, остання чверть — 30.VIII.

Місяць в апогеї — 2.VIII та 30.VIII, у перигеї — 17.VIII.

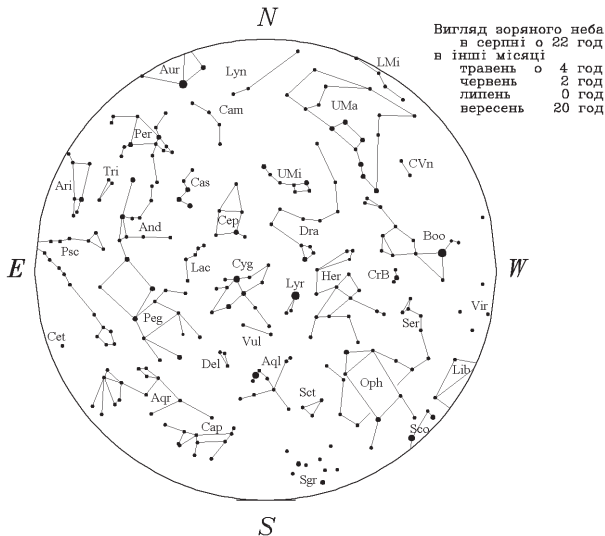
Комети: 4P/Фай, 67P/Чурюмов — Герасименко (наприкінці місяця).

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ξ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ξ Скорпіона, α , ζ , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносеця, Стрільця, Лебеда, Ліри, Лисички та Водоля.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці, Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить через зеніт від північно-східної частини горизонту до південно-західної.



Вересень

Видимість планет: Венера (увечері); Юпітер (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Сатурн (цілу ніч, крім уранішніх годин; упродовж останньої десятиденки місяця — перша половина ночі); Уран (на початку місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин; наприкінці місяця — цілу ніч); Нептун (усю ніч; упродовж останньої десятиденки місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин).

Метеорні потоки: Оріоніди; Південні Тауриди (з 10.IX); Північні Тауриди (з 19.IX).

Фази Місяця: новий Місяць — 7.IX, перша чверть — 13.IX, повний Місяць — 20.IX, остання чверть — 29.IX.

Місяць у перигеї — 11.IX, в апогеї — 26.IX.

Осіннє рівнодення: 22.IX, 19 год 21 хв. Початок осені.

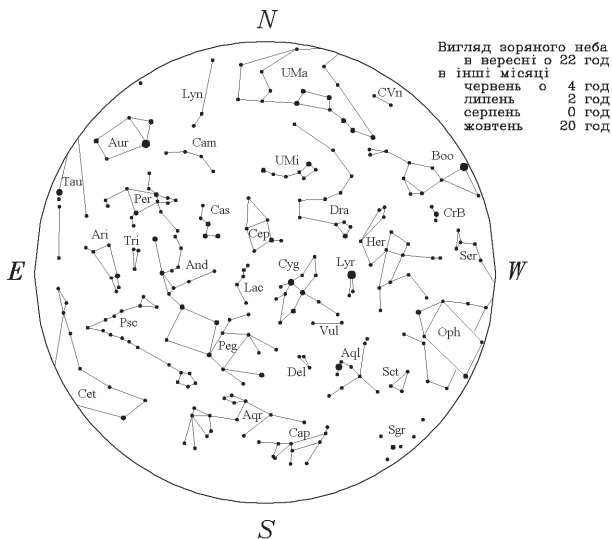
Комети: 4P/Фай, 67P/Чурюмов — Герасименко.

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї, γ , λ Овна.

Зоряні скупчення: Гіади.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносія, Стрільця, Ліри, Лисички, Водоля та Лебедя.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці, Трикутника. Молочний Шлях проходить зі сходу на захід через зеніт.



Листопад

Видимість планет: Меркурій (уранці — перша половина місяця); Венера (увечері); Марс (уранці); Юпітер (перша половина ночі, після першої десятиденки — увечері); Сатурн (увечері); Уран (цілу ніч — упродовж першої десятиденки; далі — майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (на початку місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі).

Метеорні потоки: Південні Тауриди, максимум 30.X—7.XI; Північні Тауриди, максимум 4—7.XI; Леоніди, максимум 17.XI; Оріоніди (до 19.XI).

Фази Місяця: новий Місяць — 4.XI, перша чверть — 11.XI, повний Місяць — 19.XI, остання чверть — 27.XI.

Місяць у перигеї — 5.XI, в апогеї — 21.XI.

Часткове місячне затемнення 19 листопада (в Україні не видно).

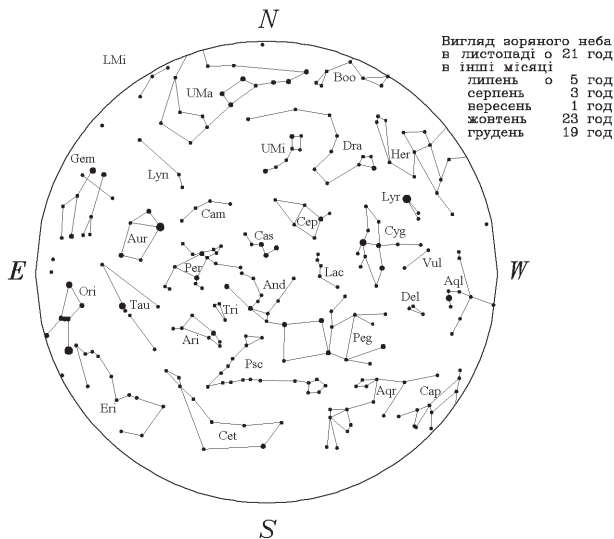
Комети: 4P/Фай, 67P/Чурюмов — Герасименко, C/2017 K2 (ПАНСТАРПС).

Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, λ, μ, τ Лебеда, ο, ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ, γ Овна, ξ, 23, λ, ι, ζ Оріона.
Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона, Ліри, Лисички, Водолія та Лебеда.

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

Молочний Шлях проходить по небу від південно-східної частини горизонту до північно-західної, захоплюючи зенітну зону.



Грудень

Видимість планет: Меркурій (увечері — остання десятиденка місяця); Венера (увечері); Марс (уранці); Юпітер (увечері); Сатурн (увечері); Уран (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (на початку місяця — перша половина ночі; наприкінці місяця — увечері).

Метеорні потоки: Леоніди (до 3.XII); Північні Тауриди — перша десятиденка місяця; Гемініди (до 19.XII), максимум 13—14.XII; Урсиди (17—26.XII), максимум 22—23.XII.

Фази Місяця: новий Місяць — 4.XII, перша чверть — 11.XII, повний Місяць — 19.XII, остання чверть — 27.XII.

Місяць у перигеї — 4.XII, в апогеї — 18.XII.

Зимове сонцестояння: 21.XII, 15 год 59 хв. Початок зими.

Повне сонячне затемнення 4 грудня (в Україні не видно).

Комети: 4P/Фай (перша половина місяця), 67P/Чурюмов — Герасименко, C/2017 K2 (ПАНСТАРРС), 19P/Бореллі.

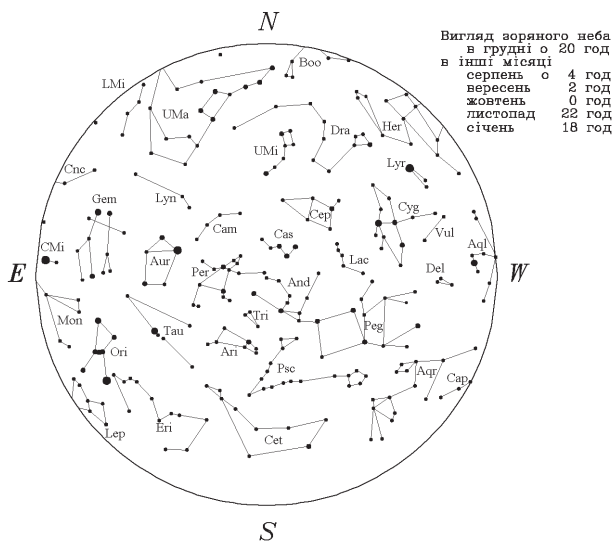
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, λ, μ, τ Лебеда, ο, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ, γ Овна, 23, λ, ι, ζ Оріона, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона, Однорога, Ліри, Лисички й Водоля.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Трикутника й Великої Ведмедиці.

Молочний Шлях простягнувся від південно-східної частини небосхилу до північно-західної, проходячи поблизу зеніту.



ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАЛЕНДАР

Календарем називають систему організації одиниць вимірювання часу для відліку їх на довгих проміжках. У сучасному світі налічується приблизно 40 різних календарів. Найпоширеніший з них — григоріанський.

В основі будь-якого календаря лежать природні періодичності — доба, місяць, рік. Із достатньою для календарних цілей точністю вважають, що тривалість тропічного року становить 365.24219 доби, синодичного місяця — 29.53059 доби. Оскільки ці періодичності не є спільномірними, то їх треба якимось чином узгоджувати.

У сонячному календарі узгоджено рік і добу, тому він добре відстежуватиме зміну пір року — усі сезонні події припадуть з року в рік на одні й ті ж дати календаря (пори року — на свої місяці, свята — на свої дні і т. п.). Але фази Місяця «мандруватимуть» по датах.

У місячному календарі узгоджено тривалість місяця та доби. У ньому фази Місяця завжди припадають на одні й ті ж числа місяця, але календар не узгоджується з порами року.

Календар третього типу (місячно-сонячний) узгоджує всі три періодичності.

* * *

Упродовж 1998—2015 рр. у цьому розділі ми подавали опис найвідоміших календарів (сонячних — юліанського, перського, індійського; місячного — арабського; місячно-сонячних — китайського, єврейського) та наводили довідковий матеріал щодо синхронізації їх з григоріанським (як найбільш поширеним у всьому світі). Надалі ми надаватимемо лише таблиці синхронізації календарів (за абеткою), а за описом їх читачі можуть звернутися до попередніх випусків «Астрономічного календаря».

Зауваження до таблиці. Перші дні в тих місяців, які містять 31 добу, позначені зірочкою (*); у тих місяців, які містять 29 діб, — знаком #; у тих місяців, які містять 28 діб, — знаком @. Тридцятиденні місяці — без додаткового позначення.

Новорічні свята відмічені знаком оклику(!) та виділені напівжирним шрифтом.

У місяців китайського календаря нема назв, а є тільки номери.

СИНХРОНІЗАЦІЯ КАЛЕНДАРІВ

| Григоріанський рік 2021 | Арабський рік 1442 | Єврейський рік 5781 | Індійський рік 1942 | Китайський рік Geng-zi (Пашока) | Перський рік 1399 | Юліанський рік 2020 |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 1 січня* 13 січня | 17 Jumada I | 17 Tevet | 11 Pausa | 18.11 1.12 | 12 Day | 19 грудня |
| 14 січня | | 1 Shevat | | | | рік 2021 |
| 15 січня | 1 Jumada II# | | | | 1 Bahman | 1 січня*! |
| 20 січня | | | 1 Magna | | | |
| 21 січня | | 19 Shevat | 12 Magna | 20.12 | 13 Bahman | 19 січня |
| 1 лютого@ | 18 Jumada II | | | рік Xin-chou (Бика) 1.01#! | | |
| 12 лютого | | | | | | |
| 13 лютого | 1 Rajab | 1 Adar# | | | 1 Esfandi | 1 лютого@ |
| 14 лютого | | | | | | |
| 19 лютого | | | 1 Phalguna | | | |
| 20 лютого | | | 10 Phalguna | | | |
| 1 березня* | 17 Rajab | 17 Adar | | 18.01 | 11 Esfandi | 16 лютого |
| 13 березня | | | | 1.02 | | |
| 14 березня | | 1 Nisan | | | | 1 березня* |
| 15 березня | 1 Sha'ban# | | | | | |
| 21 березня | | | | | рік 1400 1 Farvardin*! | |
| 22 березня | | | рік 1943 1 Chaitra! | | | |

Закінчення таблиці

| Григоріанський рік 2021 | Арабський рік 1443 | Єврейський рік 5782 | Індійський рік 1943 | Китайський рік Xin-chou (Блак) | Перський рік 1400 | Юліанський рік 2021 |
|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|
| 7 вересня | | рік 5782 | | | | |
| 9 вересня | 1 Safar# | 1 Tishri' | | 1.08# | | |
| 14 вересня | | | | | | 1 вересня |
| 23 вересня | | | 1 Ashvina | | 1 Mehr | |
| 1 жовтня* | 23 Safar | 25 Tishri | 9 Ashvina | 25.08 | 9 Mehr | 18 вересня |
| 6 жовтня | | | | 1.09 | | |
| 7 жовтня | | 1 Heshvan# | | | | |
| 8 жовтня | 1 Rabi'al-Awwal | | | | | |
| 14 жовтня | | | | | | |
| 23 жовтня | | | 1 Kartika | | 1 Aban | 1 жовтня* |
| 1 листопада | 25 Rabi'al-Awwal | 26 Heshvan | 10 Kartika | 27.09 | 10 Aban | 19 жовтня |
| 5 листопада | | 1 Kislev | | 1.10# | | |
| 7 листопада | 1 Rabi'ath-Thani# | | | | | |
| 14 листопада | | | | | | 1 листопада |
| 22 листопада | | | 1 Agrahayana | | 1 Azar | |
| 1 грудня* | 25 Rabi'ath-Thani | 27 Kislev | 10 Agrahayana | 27.10 | 10 Azar | 18 листопада |
| 4 грудня | | 1 Teveth# | | 1.11 | | |
| 5 грудня | 1 Jumada I | | | | | |
| 6 грудня | | | | | | |
| 14 грудня | | | | | | |
| 22 грудня | | | 1 Pausa | | 1 Day | 1 грудня* |
| 1 січня* 2022! | 27 Jumada I | 28 Teveth | 11 Pausa | 29.11 | 11 Day | 19 грудня |

СОНЦЕ, ЗЕМЛЯ ТА МІСЯЦЬ

ОСНОВНІ ДАНІ ПРО СОНЦЕ

Радіус $R_{\odot} = (6.960 \pm 0.001) \cdot 10^{10}$ см = 109.12 $R_3 \approx 7 \cdot 10^{10}$ см.
Маса $M_{\odot} = (1.991 \pm 0.002) \cdot 10^{33}$ г = 332 946 $M_3 \approx 2 \cdot 10^{33}$ г (що становить 99.866% маси Сонячної системи).
Вік приблизно дорівнює $4.5 \cdot 10^9$ року.
Площа поверхні $S_{\odot} = 6.069 \cdot 10^{22}$ см².
Об'єм $V_{\odot} = 1.4095 \cdot 10^{33}$ см³ = 1 303 800 $V_3 \approx 1.4 \cdot 10^{33}$ см³.
Середня густина $\rho_{\odot} = 1.410$ г/см³.
Густина в центрі Сонця приблизно становить 160 г/см³.
Температура в центрі Сонця приблизно дорівнює $1.5 \cdot 10^7$ К.
Прискорення вільного падіння на рівні видимої поверхні $g_{\odot} = (2.7398 \pm 0.0004) \cdot 10^4$ см/с².
Параболічна швидкість на поверхні Сонця дорівнює 617.7 км/с.
Світність $L_{\odot} = (3.86 \pm 0.003) \cdot 10^{33}$ ерг/с = $3.86 \cdot 10^{26}$ Вт $\approx 1.18 \cdot 10^{41}$ ерг*/рік.
Спектральний клас — dG2V (жовтий карлик).
Сидеричний період обертання на екваторі приблизно становить 25.0 доби.
Кутова швидкість обертання на екваторі дорівнює $2.90 \cdot 10^{-6}$ рад/с.
Лінійна швидкість обертання на екваторі приблизно становить 2.0 км/с.
Відцентрове прискорення на екваторі дорівнює -0.587 см/с².
Момент інерції дорівнює $5 \cdot 10^{53}$ г · см².
Кутовий момент становить $6.11 \cdot 10^{48}$ г · см²/с.
Кінетична енергія обертання становить $(1.9—2.4) \cdot 10^{42}$ ерг.
Робота, потрібна для розсіяння сонячної речовини в простір, дорівнює $7.4 \cdot 10^{48}$ ерг.
Загальна величина променевої енергії в Сонці становить $2.8 \cdot 10^{47}$ ерг.
Енергія іонізації та збудження не перевищує $2.7 \cdot 10^{48}$ ерг.
Значення напруженості загального магнітного поля Сонця на полюсах $H_p \approx 1—3$ Гс.**
Магнітний потік цього поля приблизно дорівнює $(1—3) \cdot 10^{22}$ Мкс.
Характеристики сонячного вітру на відстані 1 а. о. в площині екліптики:
швидкість 300—900 км/с;

* 1 ерг = 10^{-7} Дж.

** 1 Гс = 10^{-4} Тл.

густина $1-30$ часток/см³;
 напруженість магнітного поля $\approx 5 \cdot 10^{-5}$ Гс;
 температура $(5-15) \cdot 10^5$ К;
 склад: протони, електрони, ядра гелію (2—20%) та ін. (< 0.1%).

Швидкість втрати маси Сонця:

на сонячний вітер $(1-2) \cdot 10^{12}$ г/с = $(3-6) \cdot 10^{19}$ г/рік;

на фотонне випромінювання $L_{\odot} / c^2 = 4.3 \cdot 10^{12}$ г/с.

Середня тривалість циклу активності сонячних плям становить 11.07 року (змінюється від 7.5 року до 16 років).

Середня тривалість магнітного циклу сонячної активності (циклу Хела) дорівнює 22.11 року.

Тривалість вікового циклу сонячної активності становить 80—90 рр.

Обертання Сонця

Нахил екватора до екліптики дорівнює $7^{\circ} 15'$.

Довгота висхідного вузла сонячного екватора становить $74^{\circ} 22' + 84' \cdot T$ (T виражене в століттях від 1900.0).

Добова кутова швидкість сидеричного обертання, визначена за переміщенням плям, становить $14.38^{\circ} - 2.7^{\circ} \sin^2 \varphi$ (залежить від широти φ).

Така ж величина для синодичного обертання сонячної поверхні дорівнює $13.39^{\circ} - 2.7^{\circ} \sin^2 \varphi$.

Період синодичного обертання для керрінгтонівської системи довгот (відповідає широті $\varphi = \pm 16^{\circ}$) становить 27.275 доби (13.20° за добу).

Відповідний сидеричний період дорівнює 25.38 доби (14.18° за добу).

Синодичний період 27.00 доби використовується в багатьох статистичних дослідженнях із геліофізики (він відповідає широті $\varphi = \pm 8^{\circ}$).

Сонце із Землі

Паралакс Сонця на середній відстані Землі від Сонця $p = 8.794'' \pm 0.002'' = 4.263 \cdot 10^{-5}$ рад. Паралакс Сонця змінюється від $8.65''$ до $8.94''$.

Середня відстань від Землі до Сонця (астрономічна одиниця, а. о.)

$A = (1.4960 \pm 0.0003) \cdot 10^{13}$ см $\approx 215 R_{\odot} = 23\,455.04 R_3$.

Середня відстань у перигелії становить $1.4710 \cdot 10^{13}$ см.

Середня відстань в афелії дорівнює $1.5210 \cdot 10^{13}$ см.

Середній кутовий діаметр Сонця становить $31' 59.26'' = 1919.26''$;

кутовий діаметр змінюється від $32'31.4''$ (у січні) до $31'27.2''$ (у липні), або від $1951.4''$ до $1887.2''$ ($1''$ на поверхні Сонця в середньому відповідає 725.3 км, $1' - 43\,518$ км).

Тілесний кут сонячного диска на середній відстані становить $6.8000 \cdot 10^{-5}$ ср, $A/R_{\odot} = 214.94$, $(A/R_{\odot})^2 = 46\,200$.

Площа поверхні сфери з радіусом 1 а. о. $4\pi A^2 = 2.812 \cdot 10^{27}$ см².

Випромінювання Сонця

Середнє значення сонячної сталої поза атмосферою Землі на висоті 65 км становить 1.97 кал/(см² · хв) = $1.37 \cdot 10^6$ ерг/(с·см²); змінюється не більше ніж на 1.5% за тривалий період часу і на 0.4% з коротким періодом.

У діапазоні коротких хвиль ($\lambda < 1550$ Å) сонячна стала дорівнює $3-15$ ерг/(с·см²).

У рентгенівському діапазоні ($\lambda = 1-100$ Å) сонячна стала становить $0.1-1$ ерг/(с·см²).

Випромінювання на одиницю маси $L_{\odot}/M_{\odot} = 3.86 \cdot 10^{33}$ ерг/с : $1.99 \cdot 10^{33}$ г = 1.94 ерг/(с · г).

Середня інтенсивність випромінювання сонячного диска $F = 2.02 \cdot 10^{10}$ ерг/(с·см² · ср).

Потік випромінювання від фотосфери $F = \pi F = 6.35 \cdot 10^{10}$ ерг/(с·см²).

Інтенсивність випромінювання від центра диска

$$I(0) = 2.46 \cdot 10^{10} \text{ ерг/(с·см}^2 \cdot \text{ср)}.$$

Ефективна температура поверхні Сонця $T_{\text{еф}} = (5780 \pm 10)$ К.

Середня яскравість поверхні сонячного диска поза земною атмосферою становить $2.02 \cdot 10^5$ сб.

Яскравість центра диска дорівнює $2.52 \cdot 10^5$ сб.

Сила світла Сонця становить $3.07 \cdot 10^{27}$ кд (міжнар. св.).

Середня освітленість від Сонця (поза земною атмосферою) дорівнює $136\,000$ лк, або $548\,000$ повних Місяців у зеніті.

Сонце як зоря

Модуль відстані Сонця $M - m = 31.57$.

Показник кольору $M_{pg} - M_{pv} = m_{pg} - m_{pv} = +0.50$.

Показник кольору у системі $B - V$ має значення $+0.63$.

| Зоряна величина | Видима | Абсолютна |
|-----------------|--------------------|------------------|
| Фотографічна | $m_{pg} = -26.26$ | $M_{pg} = 5.31$ |
| Фотовізуальна | $m_{pv} = -26.76$ | $M_{pv} = 4.81$ |
| Болометрична | $m_{bol} = -26.83$ | $M_{bol} = 4.74$ |
| У системі U | $m_U = -25.96$ | $M_U = 5.61$ |
| У системі B | $m_B = -26.17$ | $M_B = 5.40$ |
| У системі V | $m_V = -26.80$ | $M_V = 4.77$ |

Швидкість руху Сонця відносно близьких зір становить 19.5 ± 0.5 км/с, або приблизно дорівнює $6 \cdot 10^8$ км/рік (у напрямку до сузір'я Геркулеса).

Апекс руху Сонця: $\alpha = 271^\circ$, $\delta = +30^\circ$ (1900.0).

Відстань Сонця від центра Галактики становить 8.2 ± 0.8 кпк $\approx 30\,000$ с. р.

Відстань Сонця від галактичної площини приблизно дорівнює 15 пк до півночі.

Швидкість руху Сонця навколо центра Галактики приблизно становить 220 ± 20 км/с.

Період обертання Сонця навколо центра Галактики приблизно дорівнює 200 млн років.

ОСНОВНІ ДАНІ ПРО ЗЕМЛЮ (за всесвітнім часом)

Початок тропічного року B 2021.0 — 31 грудня 2020 р. о 2 год 52 хв.

Весняне рівнодення: 20.III, 9 год 37 хв.

Літнє сонцестояння: 21.VI, 3 год 32 хв.

Осіньне рівнодення: 22.IX, 19 год 21 хв.

Зимове сонцестояння: 21.XII, 15 год 59 хв.

Земля в перигелії — 2 січня о 14 год; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{\min} = 0.9832571$ а. о. = 147 093 169 км; швидкість Землі $v_{\max} = 30.27$ км/с.

Земля в афелії — 5 липня о 22 год; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{\max} = 1.0167292$ а. о. = 152 100 523 км; швидкість Землі $v_{\min} = 29.27$ км/с.

Середня відстань від Землі до Сонця (1 а. о.) $au = 149\,597\,870\,700$ м (точно).

Світловий проміжок для одиничної відстані (світлове рівняння)

$$\tau_A = 499.00478384 \text{ с.}$$

Середній нахил екліптики до екватора $\varepsilon = 23^\circ 26' 11.38''$ для епохи $T = J2021.5$.

Ексцентриситет орбіти $e = 0.016700$ для епохи $T = J2021.5$.

Річна прецесія (для епохи $T = J2021.5$): по прямому піднесенню $m = 3.0752^s = 46.1276''$; по схиленню $n = 20.0401'' = 1.3360^s$; по довготі $p = 50.3802''$.

Радіуси Землі: екваторіальний $a_e = 6378.137$ км; полярний $a_p = 6356.752$ км.
Поверхня Землі $S_3 = 510\,069\,000$ км² = $83.8 \cdot 10^{-6}$ поверхні Сонця =
= 13.5 поверхні Місяця.

Об'єм Землі $V_3 = 1.083219 \cdot 10^{12}$ км³ = $0.77 \cdot 10^{-6}$ об'єму Сонця =
= 49.3 об'єму Місяця.

Середня густина Землі $\rho_3 = 5.574$ г/см³.

Відношення мас Землі та Сонця $M_3/M_\odot = 30.03 \cdot 10^{-7}$; відношення мас Землі та Місяця $M_3/M_M = 81.30$.

Довжина 1^о географічної довготи l_λ та географічної широти l_φ залежить від широти і дорівнює: $l_\lambda = (111.321 \cos \varphi - 0.094 \cos 3\varphi)$ км,
 $l_\varphi = (111.143 - 0.562 \cos 2\varphi)$ км; для Києва ($\varphi = 50^\circ 25'$) $l_\lambda = 71.0$ км і $l_\varphi = 111.25$ км.

Лінійна швидкість точки земної поверхні, зумовлена обертанням Землі,
 $v = 465.119 \cos \varphi$ м/с (для Києва $v = 296.28$ м/с).

Кутова швидкість обертання Землі $\omega = 7.292115 \cdot 10^{-5}$ рад/с.

Перша космічна швидкість на поверхні Землі $v_1 = 7.91$ км/с.

Друга космічна швидкість $v_{II} = 11.2$ км/с.

Середня температура поверхні Землі становить $+15^\circ \text{C}$.

ОСНОВНІ ДАНІ ПРО МІСЯЦЬ

Видимий кутовий діаметр Місяця $D = 31' 05.16''$ на середній відстані його від Землі $r = 384\,400$ км.

Середній лінійний радіус $R = 1738.0$ км = $0.2725 R_3$.

Об'єм $V = 21.99 \cdot 10^9$ км³ = $0.02 V_3$.

Площа поверхні $S = 37.96 \cdot 10^6$ км² = $0.074 S_3$.

Маса $M = 7.35 \cdot 10^{25}$ г = $(1/81.30) M_3$.

Середня густина $\rho = 3.34$ г/см³ = $0.607 \rho_3$.

Прискорення вільного падіння на поверхні Місяця $g = 1.623$ м/с² =
= $0.166 g_3$.

Перша космічна швидкість на поверхні Місяця $v_1 = 1.68$ км/с.

Друга космічна швидкість $v_2 = 2.38$ км/с.

Середній добовий паралакс $\pi = 57' 02.61''$.
 Середній ексцентриситет місячної орбіти $e = 0.055$; ексцентриситет змінюється від 0.044 до 0.072 з періодом 8.85 року; середній лінійний ексцентриситет місячної орбіти $e = 21\,000$ км.
 Середній нахил місячної орбіти до екліптики $i = 5^\circ 08' 43.4''$, він змінюється від $4^\circ 59'$ до $5^\circ 19'$ з періодом 173 доби.
 Середній нахил місячного екватора до екліптики $I = 1^\circ 32' 33''$.
 Нахил місячної орбіти до земного екватора змінюється від $18^\circ 18'$ до $28^\circ 36'$.
 Амплітуда оптичної лібрації за довготою $l = \pm 7^\circ 54'$.
 Амплітуда оптичної лібрації за широтою $b = \pm 6^\circ 50'$.
 Амплітуда паралактичної лібрації $k \approx 1^\circ$.
 Середня швидкість руху по орбіті $m = 1.023$ км/с.
 Видима кутова швидкість руху по небу $n = 13.2^\circ$ за добу.
 Прискорення Місяця в його русі навколо Землі $\omega = 0.272$ см/с².
 Сидеричний місяць $Z = 27$ діб 7 год 43 хв 11.47 с.
 Синодичний місяць $C = 29$ діб 12 год 44 хв 02.78 с. Змінюється внаслідок еліптичності місячної орбіти від 29.25 до 29.83 доби.
 Тропічний місяць $T = 27$ діб 7 год 43 хв 4.7 с.
 Аномалістичний місяць $A = 27$ діб 13 год 18 хв 33.2 с.
 Драконічний місяць $D = 27$ діб 5 год 5 хв 35.8 с.
 Період обертання лінії вузлів $P_\Omega = 18.61$ року.
 Період обертання лінії апсид $P_n = 8.85$ року.
 Кутова швидкість обертання лінії апсид $\omega = 40^\circ$ на рік.
 Максимум відбитого випромінювання Місяця припадає приблизно на довжину хвилі $\lambda = 0.6$ мкм; максимум власного випромінювання — на довжину хвилі $\lambda = 7$ мкм.
 Візуальна зоряна величина Місяця у повні $m_L = -12.91^m$.
 Освітленість від Місяця на середній відстані від Землі в повню $E = 0.449$ лк.
 Фазовий інтеграл Місяця в системі істинної повні $q = 0.509$.
 Геометричне альbedo в істинну повню $p_L = 0.147$.
 Сферичне альbedo в істинну повню $A_L = 0.075$.
 Середнє альbedo всієї місячної поверхні становить 12.44 %, материкових областей — 13.45%; морських областей — 7.30 %.
 Показник кольору $B - V = +1.2^m$.
 Середнє значення максимального ступеня поляризації світла поверхнею Місяця $P = 6-8$ % при фазових кутах $\alpha = 100-110^\circ$, материкових областей — 6.5—7.5 %; морських областей — 12—16%.
 Температура поверхні Місяця в підсонячній точці $t_0 \approx +130^\circ\text{C}$.
 Температура поверхні Місяця на його нічному боці $t \approx -(160-170)^\circ\text{C}$.

Концентрація газів біля поверхні Місяця вдень (на освітленому боці) становить 10^4 см^{-3} , тобто 10^{-13} концентрації молекул газів у земній атмосфері; уночі (на темному боці) — $2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$.

Площа морських областей на всій поверхні Місяця становить 16.9 %; на видимій півкулі — 31.2 % її поверхні; на зворотній півкулі — 2.6 % її поверхні.

Середнє відношення глибини кратерів Місяця до їхнього діаметра становить 0.2.

Невидима із Землі частина поверхні Місяця дорівнює 41 % усієї поверхні; крайова, або лібраційна, зона становить 18 %.

Середня товщина шару реголіту дорівнює 2—3 м.

Середня товщина місячної кори дорівнює 60 км на видимій півкулі та 100 км на зворотній.

Густина анортозитових порід $\rho_a = 2.9 \text{ г/см}^3$; густина базальтових порід $\rho_b = 3.3 \text{ г/см}^3$.

Вік давніх материкових порід дорівнює 4.3—4.6 млрд років.

Середній вік місячних базальтів Імбірійської системи становить 3.7 млрд років; Ератосфенівської системи — 3.2 млрд років.

Вік кратера Коперник дорівнює 0.85 млрд років.

Таблиця 1

**ЕФЕМЕРИДИ СОНЦЯ ТА МІСЯЦЯ
(на 0 годин земного часу)**

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Січень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----|----|-----|----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 6 | 43 | 29 | +3 | 26 | 18 | 46 | 53 | -23 | 00.0 | 8 | 23 | 34 | +23 | 01.5 |
| 2 | 6 | 47 | 25 | +3 | 54 | 18 | 51 | 18 | -22 | 54.8 | 9 | 18 | 59 | +20 | 13.1 |
| 3 | 6 | 51 | 22 | +4 | 22 | 18 | 55 | 42 | -22 | 49.2 | 10 | 12 | 51 | +16 | 18.5 |
| 4 | 6 | 55 | 18 | +4 | 49 | 19 | 00 | 06 | -22 | 43.1 | 11 | 05 | 06 | +11 | 30.7 |
| 5 | 6 | 59 | 15 | +5 | 16 | 19 | 04 | 30 | -22 | 36.6 | 11 | 56 | 09 | +6 | 05.0 |
| 6 | 7 | 03 | 11 | +5 | 43 | 19 | 08 | 53 | -22 | 29.6 | 12 | 46 | 47 | +0 | 17.4 |
| 7 | 7 | 07 | 08 | +6 | 09 | 19 | 13 | 16 | -22 | 22.2 | 13 | 37 | 58 | -5 | 35.1 |
| 8 | 7 | 11 | 04 | +6 | 34 | 19 | 17 | 38 | -22 | 14.3 | 14 | 30 | 43 | -11 | 14.2 |
| 9 | 7 | 15 | 01 | +7 | 00 | 19 | 22 | 00 | -22 | 06.0 | 15 | 25 | 55 | -16 | 19.5 |
| 10 | 7 | 18 | 57 | +7 | 24 | 19 | 26 | 21 | -21 | 57.3 | 16 | 24 | 04 | -20 | 29.6 |
| 11 | 7 | 22 | 54 | +7 | 48 | 19 | 30 | 41 | -21 | 48.1 | 17 | 24 | 55 | -23 | 23.7 |
| 12 | 7 | 26 | 51 | +8 | 12 | 19 | 35 | 02 | -21 | 38.5 | 18 | 27 | 22 | -24 | 46.3 |
| 13 | 7 | 30 | 47 | +8 | 35 | 19 | 39 | 21 | -21 | 28.5 | 19 | 29 | 35 | -24 | 31.6 |
| 14 | 7 | 34 | 44 | +8 | 57 | 19 | 43 | 40 | -21 | 18.1 | 20 | 29 | 40 | -22 | 45.4 |
| 15 | 7 | 38 | 40 | +9 | 19 | 19 | 47 | 58 | -21 | 07.2 | 21 | 26 | 19 | -19 | 43.1 |
| 16 | 7 | 42 | 37 | +9 | 40 | 19 | 52 | 16 | -20 | 56.0 | 22 | 19 | 06 | -15 | 44.0 |
| 17 | 7 | 46 | 33 | +10 | 00 | 19 | 56 | 32 | -20 | 44.4 | 23 | 08 | 19 | -11 | 07.6 |
| 18 | 7 | 50 | 30 | +10 | 20 | 20 | 00 | 49 | -20 | 32.3 | 23 | 54 | 43 | -6 | 10.3 |
| 19 | 7 | 54 | 26 | +10 | 38 | 20 | 05 | 04 | -20 | 19.9 | 0 | 39 | 13 | -1 | 05.3 |
| 20 | 7 | 58 | 23 | +10 | 56 | 20 | 09 | 19 | -20 | 07.1 | 1 | 22 | 48 | +3 | 57.0 |
| 21 | 8 | 02 | 20 | +11 | 14 | 20 | 13 | 32 | -19 | 53.9 | 2 | 06 | 25 | +8 | 47.7 |
| 22 | 8 | 06 | 16 | +11 | 30 | 20 | 17 | 45 | -19 | 40.4 | 2 | 51 | 01 | +13 | 18.2 |
| 23 | 8 | 10 | 13 | +11 | 46 | 20 | 21 | 58 | -19 | 26.5 | 3 | 37 | 22 | +17 | 19.4 |
| 24 | 8 | 14 | 09 | +12 | 01 | 20 | 26 | 09 | -19 | 12.2 | 4 | 26 | 07 | +20 | 40.9 |
| 25 | 8 | 18 | 06 | +12 | 15 | 20 | 30 | 20 | -18 | 57.6 | 5 | 17 | 37 | +23 | 10.9 |
| 26 | 8 | 22 | 02 | +12 | 28 | 20 | 34 | 30 | -18 | 42.6 | 6 | 11 | 45 | +24 | 37.1 |
| 27 | 8 | 25 | 59 | +12 | 41 | 20 | 38 | 39 | -18 | 27.3 | 7 | 07 | 52 | +24 | 48.9 |
| 28 | 8 | 29 | 55 | +12 | 53 | 20 | 42 | 47 | -18 | 11.7 | 8 | 04 | 53 | +23 | 40.1 |
| 29 | 8 | 33 | 52 | +13 | 03 | 20 | 46 | 55 | -17 | 55.7 | 9 | 01 | 37 | +21 | 10.8 |
| 30 | 8 | 37 | 49 | +13 | 13 | 20 | 51 | 01 | -17 | 39.4 | 9 | 57 | 08 | +17 | 28.3 |
| 31 | 8 | 41 | 45 | +13 | 23 | 20 | 55 | 07 | -17 | 22.8 | 10 | 51 | 00 | +12 | 45.8 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Лютий

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 8 | 45 | 42 | +13 | 31 | 20 | 59 | 12 | -17 | 05.9 | 11 | 43 | 22 | +7 | 20.0 |
| 2 | 8 | 49 | 38 | +13 | 39 | 21 | 03 | 16 | -16 | 48.7 | 12 | 34 | 49 | +1 | 29.3 |
| 3 | 8 | 53 | 35 | +13 | 46 | 21 | 07 | 20 | -16 | 31.2 | 13 | 26 | 11 | -4 | 27.2 |
| 4 | 8 | 57 | 31 | +13 | 52 | 21 | 11 | 22 | -16 | 13.4 | 14 | 18 | 24 | -10 | 10.7 |
| 5 | 9 | 01 | 28 | +13 | 57 | 21 | 15 | 24 | -15 | 55.3 | 15 | 12 | 23 | -15 | 21.9 |
| 6 | 9 | 05 | 24 | +14 | 01 | 21 | 19 | 25 | -15 | 36.9 | 16 | 08 | 42 | -19 | 41.6 |
| 7 | 9 | 09 | 21 | +14 | 05 | 21 | 23 | 25 | -15 | 18.3 | 17 | 07 | 25 | -22 | 51.6 |
| 8 | 9 | 13 | 18 | +14 | 08 | 21 | 27 | 25 | -14 | 59.4 | 18 | 07 | 55 | -24 | 37.5 |
| 9 | 9 | 17 | 14 | +14 | 10 | 21 | 31 | 23 | -14 | 40.3 | 19 | 08 | 50 | -24 | 51.3 |
| 10 | 9 | 21 | 11 | +14 | 12 | 21 | 35 | 21 | -14 | 20.9 | 20 | 08 | 32 | -23 | 34.4 |
| 11 | 9 | 25 | 07 | +14 | 12 | 21 | 39 | 19 | -14 | 01.3 | 21 | 05 | 40 | -20 | 57.3 |
| 12 | 9 | 29 | 04 | +14 | 12 | 21 | 43 | 15 | -13 | 41.4 | 21 | 59 | 28 | -17 | 16.1 |
| 13 | 9 | 33 | 00 | +14 | 11 | 21 | 47 | 11 | -13 | 21.3 | 22 | 49 | 55 | -12 | 49.2 |
| 14 | 9 | 36 | 57 | +14 | 10 | 21 | 51 | 06 | -13 | 01.0 | 23 | 37 | 30 | -7 | 54.2 |
| 15 | 9 | 40 | 53 | +14 | 07 | 21 | 55 | 00 | -12 | 40.5 | 0 | 22 | 57 | -2 | 46.0 |
| 16 | 9 | 44 | 50 | +14 | 04 | 21 | 58 | 53 | -12 | 19.8 | 1 | 07 | 09 | +2 | 22.9 |
| 17 | 9 | 48 | 47 | +14 | 00 | 22 | 02 | 46 | -11 | 58.9 | 1 | 50 | 59 | +7 | 22.0 |
| 18 | 9 | 52 | 43 | +13 | 55 | 22 | 06 | 38 | -11 | 37.8 | 2 | 35 | 19 | +12 | 02.2 |
| 19 | 9 | 56 | 40 | +13 | 50 | 22 | 10 | 29 | -11 | 16.5 | 3 | 20 | 57 | +16 | 14.5 |
| 20 | 10 | 00 | 36 | +13 | 44 | 22 | 14 | 20 | -10 | 55.0 | 4 | 08 | 33 | +19 | 49.4 |
| 21 | 10 | 04 | 33 | +13 | 38 | 22 | 18 | 09 | -10 | 33.4 | 4 | 58 | 36 | +22 | 36.5 |
| 22 | 10 | 08 | 29 | +13 | 30 | 22 | 21 | 59 | -10 | 11.6 | 5 | 51 | 13 | +24 | 24.7 |
| 23 | 10 | 12 | 26 | +13 | 22 | 22 | 25 | 47 | -9 | 49.7 | 6 | 46 | 07 | +25 | 03.4 |
| 24 | 10 | 16 | 22 | +13 | 14 | 22 | 29 | 35 | -9 | 27.6 | 7 | 42 | 32 | +24 | 24.0 |
| 25 | 10 | 20 | 19 | +13 | 05 | 22 | 33 | 23 | -9 | 05.3 | 8 | 39 | 25 | +22 | 23.2 |
| 26 | 10 | 24 | 16 | +12 | 55 | 22 | 37 | 09 | -8 | 43.0 | 9 | 35 | 48 | +19 | 03.7 |
| 27 | 10 | 28 | 12 | +12 | 44 | 22 | 40 | 56 | -8 | 20.5 | 10 | 31 | 03 | +14 | 35.1 |
| 28 | 10 | 32 | 09 | +12 | 34 | 22 | 44 | 41 | -7 | 57.8 | 11 | 25 | 02 | +9 | 12.6 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Березень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 10 | 36 | 05 | +12 | 22 | 22 | 48 | 26 | -7 | 35.1 | 12 | 18 | 05 | +3 | 15.5 |
| 2 | 10 | 40 | 02 | +12 | 10 | 22 | 52 | 11 | -7 | 12.3 | 13 | 10 | 53 | -2 | 54.7 |
| 3 | 10 | 43 | 58 | +11 | 58 | 22 | 55 | 55 | -6 | 49.3 | 14 | 04 | 14 | -8 | 55.7 |
| 4 | 10 | 47 | 55 | +11 | 45 | 22 | 59 | 39 | -6 | 26.3 | 14 | 58 | 56 | -14 | 25.6 |
| 5 | 10 | 51 | 51 | +11 | 32 | 23 | 03 | 22 | -6 | 03.1 | 15 | 55 | 31 | -19 | 03.6 |
| 6 | 10 | 55 | 48 | +11 | 18 | 23 | 07 | 05 | -5 | 39.9 | 16 | 54 | 05 | -22 | 31.4 |
| 7 | 10 | 59 | 45 | +11 | 04 | 23 | 10 | 48 | -5 | 16.6 | 17 | 54 | 04 | -24 | 35.5 |
| 8 | 11 | 03 | 41 | +10 | 50 | 23 | 14 | 30 | -4 | 53.2 | 18 | 54 | 20 | -25 | 08.7 |
| 9 | 11 | 07 | 38 | +10 | 35 | 23 | 18 | 12 | -4 | 29.8 | 19 | 53 | 28 | -24 | 12.2 |
| 10 | 11 | 11 | 34 | +10 | 20 | 23 | 21 | 53 | -4 | 06.3 | 20 | 50 | 15 | -21 | 54.9 |
| 11 | 11 | 15 | 31 | +10 | 04 | 23 | 25 | 34 | -3 | 42.8 | 21 | 43 | 58 | -18 | 30.9 |
| 12 | 11 | 19 | 27 | +9 | 48 | 23 | 29 | 15 | -3 | 19.2 | 22 | 34 | 34 | -14 | 16.7 |
| 13 | 11 | 23 | 24 | +9 | 32 | 23 | 32 | 55 | -2 | 55.5 | 23 | 22 | 24 | -9 | 28.7 |
| 14 | 11 | 27 | 20 | +9 | 16 | 23 | 36 | 36 | -2 | 31.9 | 0 | 08 | 09 | -4 | 22.0 |
| 15 | 11 | 31 | 17 | +8 | 59 | 23 | 40 | 16 | -2 | 08.2 | 0 | 52 | 35 | +0 | 50.5 |
| 16 | 11 | 35 | 14 | +8 | 43 | 23 | 43 | 55 | -1 | 44.4 | 1 | 36 | 30 | +5 | 57.0 |
| 17 | 11 | 39 | 10 | +8 | 26 | 23 | 47 | 35 | -1 | 20.7 | 2 | 20 | 42 | +10 | 47.3 |
| 18 | 11 | 43 | 07 | +8 | 08 | 23 | 51 | 14 | -0 | 57.0 | 3 | 05 | 54 | +15 | 11.7 |
| 19 | 11 | 47 | 03 | +7 | 51 | 23 | 54 | 53 | -0 | 33.3 | 3 | 52 | 44 | +19 | 00.4 |
| 20 | 11 | 51 | 00 | +7 | 33 | 23 | 58 | 32 | -0 | 09.5 | 4 | 41 | 40 | +22 | 03.7 |
| 21 | 11 | 54 | 56 | +7 | 15 | 0 | 02 | 11 | +0 | 14.2 | 5 | 32 | 53 | +24 | 11.4 |
| 22 | 11 | 58 | 53 | +6 | 58 | 0 | 05 | 50 | +0 | 37.9 | 6 | 26 | 13 | +25 | 13.8 |
| 23 | 12 | 02 | 49 | +6 | 40 | 0 | 09 | 28 | +1 | 01.6 | 7 | 21 | 09 | +25 | 02.8 |
| 24 | 12 | 06 | 46 | +6 | 22 | 0 | 13 | 07 | +1 | 25.2 | 8 | 16 | 53 | +23 | 33.4 |
| 25 | 12 | 10 | 43 | +6 | 03 | 0 | 16 | 45 | +1 | 48.8 | 9 | 12 | 36 | +20 | 45.5 |
| 26 | 12 | 14 | 39 | +5 | 45 | 0 | 20 | 23 | +2 | 12.4 | 10 | 07 | 42 | +16 | 44.2 |
| 27 | 12 | 18 | 36 | +5 | 27 | 0 | 24 | 02 | +2 | 35.9 | 11 | 01 | 59 | +11 | 40.1 |
| 28 | 12 | 22 | 32 | +5 | 09 | 0 | 27 | 40 | +2 | 59.3 | 11 | 55 | 41 | +5 | 49.2 |
| 29 | 12 | 26 | 29 | +4 | 51 | 0 | 31 | 18 | +3 | 22.7 | 12 | 49 | 20 | -0 | 28.2 |
| 30 | 12 | 30 | 25 | +4 | 32 | 0 | 34 | 57 | +3 | 46.1 | 13 | 43 | 43 | -6 | 48.7 |
| 31 | 12 | 34 | 22 | +4 | 14 | 0 | 38 | 35 | +4 | 09.3 | 14 | 39 | 35 | -12 | 46.6 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Квітень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 12 | 38 | 18 | +3 | 56 | 0 | 42 | 14 | +4 | 32.5 | 15 | 37 | 28 | -17 | 56.6 |
| 2 | 12 | 42 | 15 | +3 | 39 | 0 | 45 | 53 | +4 | 55.6 | 16 | 37 | 26 | -21 | 56.1 |
| 3 | 12 | 46 | 12 | +3 | 21 | 0 | 49 | 32 | +5 | 18.6 | 17 | 38 | 49 | -24 | 28.1 |
| 4 | 12 | 50 | 08 | +3 | 03 | 0 | 53 | 11 | +5 | 41.6 | 18 | 40 | 22 | -25 | 24.4 |
| 5 | 12 | 54 | 05 | +2 | 46 | 0 | 56 | 50 | +6 | 04.4 | 19 | 40 | 30 | -24 | 46.6 |
| 6 | 12 | 58 | 01 | +2 | 29 | 1 | 00 | 29 | +6 | 27.1 | 20 | 37 | 58 | -22 | 44.5 |
| 7 | 13 | 01 | 58 | +2 | 12 | 1 | 04 | 09 | +6 | 49.8 | 21 | 32 | 04 | -19 | 33.4 |
| 8 | 13 | 05 | 54 | +1 | 55 | 1 | 07 | 49 | +7 | 12.3 | 22 | 22 | 47 | -15 | 29.8 |
| 9 | 13 | 09 | 51 | +1 | 39 | 1 | 11 | 29 | +7 | 34.6 | 23 | 10 | 36 | -10 | 49.6 |
| 10 | 13 | 13 | 47 | +1 | 23 | 1 | 15 | 09 | +7 | 56.9 | 23 | 56 | 12 | -5 | 47.3 |
| 11 | 13 | 17 | 44 | +1 | 07 | 1 | 18 | 50 | +8 | 19.0 | 0 | 40 | 26 | -0 | 35.3 |
| 12 | 13 | 21 | 41 | +0 | 51 | 1 | 22 | 31 | +8 | 41.0 | 1 | 24 | 05 | +4 | 34.8 |
| 13 | 13 | 25 | 37 | +0 | 36 | 1 | 26 | 12 | +9 | 02.9 | 2 | 07 | 59 | +9 | 32.4 |
| 14 | 13 | 29 | 34 | +0 | 21 | 1 | 29 | 54 | +9 | 24.6 | 2 | 52 | 47 | +14 | 07.4 |
| 15 | 13 | 33 | 30 | +0 | 06 | 1 | 33 | 36 | +9 | 46.1 | 3 | 39 | 07 | +18 | 09.4 |
| 16 | 13 | 37 | 27 | -0 | 08 | 1 | 37 | 18 | +10 | 07.5 | 4 | 27 | 24 | +21 | 28.0 |
| 17 | 13 | 41 | 23 | -0 | 22 | 1 | 41 | 00 | +10 | 28.7 | 5 | 17 | 46 | +23 | 53.3 |
| 18 | 13 | 45 | 20 | -0 | 35 | 1 | 44 | 43 | +10 | 49.7 | 6 | 10 | 04 | +25 | 15.8 |
| 19 | 13 | 49 | 16 | -0 | 49 | 1 | 48 | 27 | +11 | 10.5 | 7 | 03 | 48 | +25 | 28.0 |
| 20 | 13 | 53 | 13 | -1 | 01 | 1 | 52 | 11 | +11 | 31.2 | 7 | 58 | 15 | +24 | 25.4 |
| 21 | 13 | 57 | 10 | -1 | 14 | 1 | 55 | 55 | +11 | 51.7 | 8 | 52 | 41 | +22 | 07.2 |
| 22 | 14 | 01 | 06 | -1 | 26 | 1 | 59 | 39 | +12 | 12.0 | 9 | 46 | 34 | +18 | 36.9 |
| 23 | 14 | 05 | 03 | -1 | 37 | 2 | 03 | 24 | +12 | 32.0 | 10 | 39 | 44 | +14 | 01.7 |
| 24 | 14 | 08 | 59 | -1 | 48 | 2 | 07 | 10 | +12 | 51.9 | 11 | 32 | 26 | +8 | 33.3 |
| 25 | 14 | 12 | 56 | -1 | 59 | 2 | 10 | 56 | +13 | 11.5 | 12 | 25 | 14 | +2 | 27.1 |
| 26 | 14 | 16 | 52 | -2 | 09 | 2 | 14 | 42 | +13 | 31.0 | 13 | 18 | 58 | -3 | 56.8 |
| 27 | 14 | 20 | 49 | -2 | 19 | 2 | 18 | 29 | +13 | 50.2 | 14 | 14 | 31 | -10 | 14.2 |
| 28 | 14 | 24 | 45 | -2 | 28 | 2 | 22 | 16 | +14 | 09.2 | 15 | 12 | 35 | -15 | 57.5 |
| 29 | 14 | 28 | 42 | -2 | 37 | 2 | 26 | 04 | +14 | 27.9 | 16 | 13 | 28 | -20 | 38.6 |
| 30 | 14 | 32 | 39 | -2 | 45 | 2 | 29 | 53 | +14 | 46.4 | 17 | 16 | 35 | -23 | 53.4 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Травень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 14 | 36 | 35 | -2 | 53 | 2 | 33 | 42 | +15 | 04.7 | 18 | 20 | 31 | -25 | 27.2 |
| 2 | 14 | 40 | 32 | -3 | 00 | 2 | 37 | 31 | +15 | 22.7 | 19 | 23 | 20 | -25 | 17.8 |
| 3 | 14 | 44 | 28 | -3 | 06 | 2 | 41 | 21 | +15 | 40.5 | 20 | 23 | 16 | -23 | 35.0 |
| 4 | 14 | 48 | 25 | -3 | 12 | 2 | 45 | 12 | +15 | 58.0 | 21 | 19 | 19 | -20 | 35.9 |
| 5 | 14 | 52 | 21 | -3 | 17 | 2 | 49 | 03 | +16 | 15.2 | 22 | 11 | 22 | -16 | 39.9 |
| 6 | 14 | 56 | 18 | -3 | 22 | 2 | 52 | 55 | +16 | 32.2 | 22 | 59 | 56 | -12 | 04.8 |
| 7 | 15 | 00 | 14 | -3 | 26 | 2 | 56 | 47 | +16 | 48.9 | 23 | 45 | 50 | -7 | 05.7 |
| 8 | 15 | 04 | 11 | -3 | 30 | 3 | 00 | 40 | +17 | 05.3 | 0 | 30 | 02 | -1 | 55.1 |
| 9 | 15 | 08 | 08 | -3 | 33 | 3 | 04 | 34 | +17 | 21.5 | 1 | 13 | 25 | +3 | 16.0 |
| 10 | 15 | 12 | 04 | -3 | 35 | 3 | 08 | 28 | +17 | 37.3 | 1 | 56 | 54 | +8 | 17.8 |
| 11 | 15 | 16 | 01 | -3 | 37 | 3 | 12 | 22 | +17 | 52.9 | 2 | 41 | 14 | +13 | 00.2 |
| 12 | 15 | 19 | 57 | -3 | 38 | 3 | 16 | 18 | +18 | 08.2 | 3 | 27 | 04 | +17 | 13.0 |
| 13 | 15 | 23 | 54 | -3 | 39 | 3 | 20 | 14 | +18 | 23.1 | 4 | 14 | 51 | +20 | 45.4 |
| 14 | 15 | 27 | 50 | -3 | 39 | 3 | 24 | 10 | +18 | 37.7 | 5 | 04 | 46 | +23 | 26.7 |
| 15 | 15 | 31 | 47 | -3 | 39 | 3 | 28 | 07 | +18 | 52.1 | 5 | 56 | 39 | +25 | 06.9 |
| 16 | 15 | 35 | 43 | -3 | 38 | 3 | 32 | 05 | +19 | 06.1 | 6 | 49 | 56 | +25 | 38.3 |
| 17 | 15 | 39 | 40 | -3 | 36 | 3 | 36 | 03 | +19 | 19.8 | 7 | 43 | 50 | +24 | 56.2 |
| 18 | 15 | 43 | 37 | -3 | 34 | 3 | 40 | 01 | +19 | 33.1 | 8 | 37 | 32 | +23 | 00.4 |
| 19 | 15 | 47 | 33 | -3 | 32 | 3 | 44 | 00 | +19 | 46.1 | 9 | 30 | 27 | +19 | 54.5 |
| 20 | 15 | 51 | 30 | -3 | 29 | 3 | 48 | 00 | +19 | 58.8 | 10 | 22 | 23 | +15 | 45.4 |
| 21 | 15 | 55 | 26 | -3 | 25 | 3 | 52 | 00 | +20 | 11.2 | 11 | 13 | 32 | +10 | 42.8 |
| 22 | 15 | 59 | 23 | -3 | 21 | 3 | 56 | 01 | +20 | 23.1 | 12 | 04 | 32 | +4 | 59.0 |
| 23 | 16 | 03 | 19 | -3 | 16 | 4 | 00 | 02 | +20 | 34.8 | 12 | 56 | 13 | -1 | 10.7 |
| 24 | 16 | 07 | 16 | -3 | 11 | 4 | 04 | 04 | +20 | 46.1 | 13 | 49 | 39 | -7 | 27.1 |
| 25 | 16 | 11 | 12 | -3 | 05 | 4 | 08 | 06 | +20 | 57.0 | 14 | 45 | 47 | -13 | 26.2 |
| 26 | 16 | 15 | 09 | -2 | 59 | 4 | 12 | 09 | +21 | 07.6 | 15 | 45 | 18 | -18 | 40.1 |
| 27 | 16 | 19 | 06 | -2 | 53 | 4 | 16 | 12 | +21 | 17.8 | 16 | 48 | 13 | -22 | 40.1 |
| 28 | 16 | 23 | 02 | -2 | 45 | 4 | 20 | 16 | +21 | 27.6 | 17 | 53 | 24 | -25 | 02.9 |
| 29 | 16 | 26 | 59 | -2 | 38 | 4 | 24 | 20 | +21 | 37.1 | 18 | 58 | 48 | -25 | 36.9 |
| 30 | 16 | 30 | 55 | -2 | 30 | 4 | 28 | 24 | +21 | 46.2 | 20 | 02 | 02 | -24 | 25.9 |
| 31 | 16 | 34 | 52 | -2 | 21 | 4 | 32 | 29 | +21 | 54.9 | 21 | 01 | 23 | -21 | 46.1 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Червень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 16 | 38 | 48 | -2 | 12 | 4 | 36 | 35 | +22 | 03.2 | 21 | 56 | 13 | -17 | 59.4 |
| 2 | 16 | 42 | 45 | -2 | 03 | 4 | 40 | 41 | +22 | 11.1 | 22 | 46 | 52 | -13 | 27.6 |
| 3 | 16 | 46 | 41 | -1 | 53 | 4 | 44 | 47 | +22 | 18.7 | 23 | 34 | 08 | -8 | 28.6 |
| 4 | 16 | 50 | 38 | -1 | 43 | 4 | 48 | 54 | +22 | 25.9 | 0 | 19 | 03 | -3 | 16.7 |
| 5 | 16 | 54 | 35 | -1 | 33 | 4 | 53 | 01 | +22 | 32.7 | 1 | 02 | 42 | +1 | 56.8 |
| 6 | 16 | 58 | 31 | -1 | 22 | 4 | 57 | 08 | +22 | 39.1 | 1 | 46 | 03 | +7 | 02.2 |
| 7 | 17 | 02 | 28 | -1 | 11 | 5 | 01 | 16 | +22 | 45.0 | 2 | 30 | 00 | +11 | 50.2 |
| 8 | 17 | 06 | 24 | -1 | 00 | 5 | 05 | 24 | +22 | 50.6 | 3 | 15 | 19 | +16 | 11.4 |
| 9 | 17 | 10 | 21 | -0 | 48 | 5 | 09 | 32 | +22 | 55.8 | 4 | 02 | 34 | +19 | 55.4 |
| 10 | 17 | 14 | 17 | -0 | 36 | 5 | 13 | 40 | +23 | 00.6 | 4 | 52 | 04 | +22 | 51.3 |
| 11 | 17 | 18 | 14 | -0 | 24 | 5 | 17 | 49 | +23 | 05.0 | 5 | 43 | 43 | +24 | 48.2 |
| 12 | 17 | 22 | 10 | -0 | 11 | 5 | 21 | 58 | +23 | 09.0 | 6 | 37 | 01 | +25 | 37.2 |
| 13 | 17 | 26 | 07 | +0 | 01 | 5 | 26 | 07 | +23 | 12.5 | 7 | 31 | 05 | +25 | 12.7 |
| 14 | 17 | 30 | 04 | +0 | 14 | 5 | 30 | 16 | +23 | 15.7 | 8 | 24 | 58 | +23 | 33.9 |
| 15 | 17 | 34 | 00 | +0 | 27 | 5 | 34 | 26 | +23 | 18.4 | 9 | 17 | 53 | +20 | 44.5 |
| 16 | 17 | 37 | 57 | +0 | 39 | 5 | 38 | 35 | +23 | 20.8 | 10 | 09 | 28 | +16 | 52.4 |
| 17 | 17 | 41 | 53 | +0 | 52 | 5 | 42 | 45 | +23 | 22.7 | 10 | 59 | 50 | +12 | 07.8 |
| 18 | 17 | 45 | 50 | +1 | 05 | 5 | 46 | 54 | +23 | 24.2 | 11 | 49 | 30 | +6 | 42.4 |
| 19 | 17 | 49 | 46 | +1 | 19 | 5 | 51 | 04 | +23 | 25.3 | 12 | 39 | 18 | +0 | 49.7 |
| 20 | 17 | 53 | 43 | +1 | 32 | 5 | 55 | 13 | +23 | 26.0 | 13 | 30 | 17 | -5 | 14.5 |
| 21 | 17 | 57 | 39 | +1 | 45 | 5 | 59 | 23 | +23 | 26.2 | 14 | 23 | 33 | -11 | 11.3 |
| 22 | 18 | 01 | 36 | +1 | 58 | 6 | 03 | 33 | +23 | 26.1 | 15 | 20 | 05 | -16 | 37.5 |
| 23 | 18 | 05 | 33 | +2 | 10 | 6 | 07 | 42 | +23 | 25.5 | 16 | 20 | 26 | -21 | 06.6 |
| 24 | 18 | 09 | 29 | +2 | 23 | 6 | 11 | 51 | +23 | 24.6 | 17 | 24 | 14 | -24 | 12.2 |
| 25 | 18 | 13 | 26 | +2 | 36 | 6 | 16 | 01 | +23 | 23.2 | 18 | 29 | 56 | -25 | 34.5 |
| 26 | 18 | 17 | 22 | +2 | 49 | 6 | 20 | 10 | +23 | 21.4 | 19 | 35 | 09 | -25 | 06.9 |
| 27 | 18 | 21 | 19 | +3 | 01 | 6 | 24 | 19 | +23 | 19.2 | 20 | 37 | 31 | -22 | 58.7 |
| 28 | 18 | 25 | 15 | +3 | 13 | 6 | 28 | 28 | +23 | 16.6 | 21 | 35 | 37 | -19 | 30.1 |
| 29 | 18 | 29 | 12 | +3 | 25 | 6 | 32 | 36 | +23 | 13.5 | 22 | 29 | 10 | -15 | 05.2 |
| 30 | 18 | 33 | 08 | +3 | 37 | 6 | 36 | 45 | +23 | 10.1 | 23 | 18 | 43 | -10 | 05.8 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Липень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 18 | 37 | 05 | +3 | 49 | 6 | 40 | 53 | +23 | 06.3 | 0 | 05 | 16 | -4 | 49.8 |
| 2 | 18 | 41 | 02 | +4 | 00 | 6 | 45 | 01 | +23 | 02.0 | 0 | 49 | 54 | +0 | 29.5 |
| 3 | 18 | 44 | 58 | +4 | 12 | 6 | 49 | 09 | +22 | 57.4 | 1 | 33 | 42 | +5 | 41.2 |
| 4 | 18 | 48 | 55 | +4 | 23 | 6 | 53 | 16 | +22 | 52.4 | 2 | 17 | 38 | +10 | 36.3 |
| 5 | 18 | 52 | 51 | +4 | 33 | 6 | 57 | 24 | +22 | 46.9 | 3 | 02 | 36 | +15 | 05.9 |
| 6 | 18 | 56 | 48 | +4 | 44 | 7 | 01 | 30 | +22 | 41.1 | 3 | 49 | 19 | +19 | 00.6 |
| 7 | 19 | 00 | 44 | +4 | 53 | 7 | 05 | 37 | +22 | 34.8 | 4 | 38 | 14 | +22 | 10.0 |
| 8 | 19 | 04 | 41 | +5 | 03 | 7 | 09 | 43 | +22 | 28.2 | 5 | 29 | 28 | +24 | 23.4 |
| 9 | 19 | 08 | 37 | +5 | 12 | 7 | 13 | 49 | +22 | 21.2 | 6 | 22 | 40 | +25 | 30.5 |
| 10 | 19 | 12 | 34 | +5 | 21 | 7 | 17 | 54 | +22 | 13.8 | 7 | 17 | 02 | +25 | 24.4 |
| 11 | 19 | 16 | 31 | +5 | 29 | 7 | 21 | 59 | +22 | 06.0 | 8 | 11 | 34 | +24 | 02.2 |
| 12 | 19 | 20 | 27 | +5 | 37 | 7 | 26 | 04 | +21 | 57.9 | 9 | 05 | 17 | +21 | 26.7 |
| 13 | 19 | 24 | 24 | +5 | 45 | 7 | 30 | 08 | +21 | 49.3 | 9 | 57 | 35 | +17 | 45.5 |
| 14 | 19 | 28 | 20 | +5 | 52 | 7 | 34 | 11 | +21 | 40.4 | 10 | 48 | 21 | +13 | 09.9 |
| 15 | 19 | 32 | 17 | +5 | 58 | 7 | 38 | 14 | +21 | 31.2 | 11 | 37 | 57 | +7 | 52.9 |
| 16 | 19 | 36 | 13 | +6 | 04 | 7 | 42 | 16 | +21 | 21.5 | 12 | 27 | 05 | +2 | 08.6 |
| 17 | 19 | 40 | 10 | +6 | 09 | 7 | 46 | 18 | +21 | 11.5 | 13 | 16 | 43 | -3 | 47.8 |
| 18 | 19 | 44 | 06 | +6 | 14 | 7 | 50 | 20 | +21 | 01.1 | 14 | 07 | 56 | -9 | 39.3 |
| 19 | 19 | 48 | 03 | +6 | 18 | 7 | 54 | 21 | +20 | 50.4 | 15 | 01 | 47 | -15 | 06.6 |
| 20 | 19 | 52 | 00 | +6 | 22 | 7 | 58 | 21 | +20 | 39.3 | 15 | 59 | 04 | -19 | 47.5 |
| 21 | 19 | 55 | 56 | +6 | 25 | 8 | 02 | 21 | +20 | 27.9 | 16 | 59 | 58 | -23 | 18.1 |
| 22 | 19 | 59 | 53 | +6 | 28 | 8 | 06 | 20 | +20 | 16.2 | 18 | 03 | 42 | -25 | 17.0 |
| 23 | 20 | 03 | 49 | +6 | 30 | 8 | 10 | 18 | +20 | 04.1 | 19 | 08 | 25 | -25 | 31.3 |
| 24 | 20 | 07 | 46 | +6 | 31 | 8 | 14 | 16 | +19 | 51.6 | 20 | 11 | 48 | -24 | 01.4 |
| 25 | 20 | 11 | 42 | +6 | 32 | 8 | 18 | 13 | +19 | 38.9 | 21 | 11 | 55 | -21 | 00.8 |
| 26 | 20 | 15 | 39 | +6 | 32 | 8 | 22 | 10 | +19 | 25.8 | 22 | 07 | 53 | -16 | 51.5 |
| 27 | 20 | 19 | 35 | +6 | 32 | 8 | 26 | 06 | +19 | 12.4 | 22 | 59 | 44 | -11 | 57.0 |
| 28 | 20 | 23 | 32 | +6 | 31 | 8 | 30 | 02 | +18 | 58.7 | 23 | 48 | 13 | -6 | 38.1 |
| 29 | 20 | 27 | 28 | +6 | 29 | 8 | 33 | 57 | +18 | 44.6 | 0 | 34 | 17 | -1 | 11.5 |
| 30 | 20 | 31 | 25 | +6 | 27 | 8 | 37 | 51 | +18 | 30.3 | 1 | 18 | 59 | +4 | 09.7 |
| 31 | 20 | 35 | 22 | +6 | 24 | 8 | 41 | 45 | +18 | 15.6 | 2 | 03 | 20 | +9 | 15.1 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|---------|-------------------|----|----|---------------|----|------------------|----|----|----------|------|------------------|----|----|----------|------|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |
| Серпень | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20 | 39 | 18 | +6 | 21 | 8 | 45 | 38 | +18 | 00.7 | 2 | 48 | 16 | +13 | 55.6 |
| 2 | 20 | 43 | 15 | +6 | 17 | 8 | 49 | 31 | +17 | 45.4 | 3 | 34 | 34 | +18 | 02.4 |
| 3 | 20 | 47 | 11 | +6 | 12 | 8 | 53 | 23 | +17 | 29.9 | 4 | 22 | 49 | +21 | 25.9 |
| 4 | 20 | 51 | 08 | +6 | 07 | 8 | 57 | 14 | +17 | 14.1 | 5 | 13 | 21 | +23 | 56.0 |
| 5 | 20 | 55 | 04 | +6 | 02 | 9 | 01 | 05 | +16 | 58.0 | 6 | 06 | 01 | +25 | 22.8 |
| 6 | 20 | 59 | 01 | +5 | 55 | 9 | 04 | 56 | +16 | 41.6 | 7 | 00 | 15 | +25 | 37.7 |
| 7 | 21 | 02 | 58 | +5 | 49 | 9 | 08 | 45 | +16 | 24.9 | 7 | 55 | 10 | +24 | 35.9 |
| 8 | 21 | 06 | 54 | +5 | 41 | 9 | 12 | 34 | +16 | 08.0 | 8 | 49 | 43 | +22 | 17.7 |
| 9 | 21 | 10 | 51 | +5 | 33 | 9 | 16 | 23 | +15 | 50.9 | 9 | 43 | 08 | +18 | 49.0 |
| 10 | 21 | 14 | 47 | +5 | 24 | 9 | 20 | 11 | +15 | 33.4 | 10 | 35 | 04 | +14 | 20.4 |
| 11 | 21 | 18 | 44 | +5 | 15 | 9 | 23 | 58 | +15 | 15.8 | 11 | 25 | 38 | +9 | 05.5 |
| 12 | 21 | 22 | 40 | +5 | 05 | 9 | 27 | 45 | +14 | 57.8 | 12 | 15 | 24 | +3 | 20.2 |
| 13 | 21 | 26 | 37 | +4 | 55 | 9 | 31 | 31 | +14 | 39.7 | 13 | 05 | 11 | -2 | 38.9 |
| 14 | 21 | 30 | 33 | +4 | 44 | 9 | 35 | 17 | +14 | 21.3 | 13 | 55 | 57 | -8 | 34.0 |
| 15 | 21 | 34 | 30 | +4 | 33 | 9 | 39 | 02 | +14 | 02.7 | 14 | 48 | 41 | -14 | 06.3 |
| 16 | 21 | 38 | 27 | +4 | 21 | 9 | 42 | 46 | +13 | 43.8 | 15 | 44 | 12 | -18 | 55.4 |
| 17 | 21 | 42 | 23 | +4 | 08 | 9 | 46 | 30 | +13 | 24.8 | 16 | 42 | 54 | -22 | 40.3 |
| 18 | 21 | 46 | 20 | +3 | 55 | 9 | 50 | 14 | +13 | 05.5 | 17 | 44 | 22 | -25 | 01.6 |
| 19 | 21 | 50 | 16 | +3 | 41 | 9 | 53 | 57 | +12 | 46.1 | 18 | 47 | 21 | -25 | 45.5 |
| 20 | 21 | 54 | 13 | +3 | 27 | 9 | 57 | 39 | +12 | 26.4 | 19 | 49 | 54 | -24 | 48.4 |
| 21 | 21 | 58 | 09 | +3 | 12 | 10 | 01 | 21 | +12 | 06.5 | 20 | 50 | 11 | -22 | 17.9 |
| 22 | 22 | 02 | 06 | +2 | 57 | 10 | 05 | 02 | +11 | 46.5 | 21 | 47 | 01 | -18 | 31.2 |
| 23 | 22 | 06 | 02 | +2 | 42 | 10 | 08 | 43 | +11 | 26.2 | 22 | 40 | 07 | -13 | 49.5 |
| 24 | 22 | 09 | 59 | +2 | 26 | 10 | 12 | 24 | +11 | 05.8 | 23 | 29 | 52 | -8 | 34.1 |
| 25 | 22 | 13 | 56 | +2 | 09 | 10 | 16 | 04 | +10 | 45.2 | 0 | 17 | 04 | -3 | 03.6 |
| 26 | 22 | 17 | 52 | +1 | 53 | 10 | 19 | 44 | +10 | 24.4 | 1 | 02 | 39 | +2 | 26.5 |
| 27 | 22 | 21 | 49 | +1 | 36 | 10 | 23 | 23 | +10 | 03.5 | 1 | 47 | 32 | +7 | 43.9 |
| 28 | 22 | 25 | 45 | +1 | 18 | 10 | 27 | 02 | +9 | 42.4 | 2 | 32 | 38 | +12 | 37.9 |
| 29 | 22 | 29 | 42 | +1 | 00 | 10 | 30 | 41 | +9 | 21.2 | 3 | 18 | 44 | +16 | 59.3 |
| 30 | 22 | 33 | 38 | +0 | 42 | 10 | 34 | 19 | +8 | 59.8 | 4 | 06 | 27 | +20 | 38.7 |
| 31 | 22 | 37 | 35 | +0 | 23 | 10 | 37 | 57 | +8 | 38.2 | 4 | 56 | 11 | +23 | 26.7 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Вересень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 22 | 41 | 31 | +0 | 05 | 10 | 41 | 35 | +8 | 16.5 | 5 | 47 | 59 | +25 | 14.0 |
| 2 | 22 | 45 | 28 | -0 | 15 | 10 | 45 | 13 | +7 | 54.7 | 6 | 41 | 30 | +25 | 52.2 |
| 3 | 22 | 49 | 25 | -0 | 34 | 10 | 48 | 50 | +7 | 32.8 | 7 | 36 | 02 | +25 | 15.2 |
| 4 | 22 | 53 | 21 | -0 | 54 | 10 | 52 | 27 | +7 | 10.7 | 8 | 30 | 43 | +23 | 21.0 |
| 5 | 22 | 57 | 18 | -1 | 13 | 10 | 56 | 03 | +6 | 48.5 | 9 | 24 | 43 | +20 | 12.5 |
| 6 | 23 | 01 | 14 | -1 | 34 | 10 | 59 | 40 | +6 | 26.2 | 10 | 17 | 35 | +15 | 57.7 |
| 7 | 23 | 05 | 11 | -1 | 54 | 11 | 03 | 16 | +6 | 03.8 | 11 | 09 | 17 | +10 | 48.8 |
| 8 | 23 | 09 | 07 | -2 | 14 | 11 | 06 | 52 | +5 | 41.3 | 12 | 00 | 10 | +5 | 01.4 |
| 9 | 23 | 13 | 04 | -2 | 35 | 11 | 10 | 28 | +5 | 18.7 | 12 | 50 | 56 | -1 | 06.5 |
| 10 | 23 | 17 | 00 | -2 | 56 | 11 | 14 | 04 | +4 | 56.0 | 13 | 42 | 26 | -7 | 15.0 |
| 11 | 23 | 20 | 57 | -3 | 17 | 11 | 17 | 39 | +4 | 33.2 | 14 | 35 | 34 | -13 | 03.2 |
| 12 | 23 | 24 | 54 | -3 | 38 | 11 | 21 | 15 | +4 | 10.4 | 15 | 31 | 06 | -18 | 09.2 |
| 13 | 23 | 28 | 50 | -3 | 59 | 11 | 24 | 50 | +3 | 47.4 | 16 | 29 | 23 | -22 | 11.8 |
| 14 | 23 | 32 | 47 | -4 | 20 | 11 | 28 | 25 | +3 | 24.5 | 17 | 30 | 06 | -24 | 52.2 |
| 15 | 23 | 36 | 43 | -4 | 42 | 11 | 32 | 00 | +3 | 01.4 | 18 | 32 | 10 | -25 | 57.6 |
| 16 | 23 | 40 | 40 | -5 | 03 | 11 | 35 | 36 | +2 | 38.3 | 19 | 33 | 55 | -25 | 24.0 |
| 17 | 23 | 44 | 36 | -5 | 25 | 11 | 39 | 11 | +2 | 15.1 | 20 | 33 | 40 | -23 | 17.4 |
| 18 | 23 | 48 | 33 | -5 | 46 | 11 | 42 | 46 | +1 | 51.9 | 21 | 30 | 19 | -19 | 52.4 |
| 19 | 23 | 52 | 29 | -6 | 08 | 11 | 46 | 21 | +1 | 28.7 | 22 | 23 | 29 | -15 | 27.4 |
| 20 | 23 | 56 | 26 | -6 | 29 | 11 | 49 | 56 | +1 | 05.4 | 23 | 13 | 29 | -10 | 22.1 |
| 21 | 0 | 00 | 23 | -6 | 51 | 11 | 53 | 31 | +0 | 42.1 | 0 | 00 | 59 | -4 | 54.6 |
| 22 | 0 | 04 | 19 | -7 | 12 | 11 | 57 | 06 | +0 | 18.8 | 0 | 46 | 50 | +0 | 39.2 |
| 23 | 0 | 08 | 16 | -7 | 33 | 12 | 00 | 42 | -0 | 04.5 | 1 | 31 | 54 | +6 | 05.5 |
| 24 | 0 | 12 | 12 | -7 | 54 | 12 | 04 | 17 | -0 | 27.9 | 2 | 17 | 02 | +11 | 12.3 |
| 25 | 0 | 16 | 09 | -8 | 15 | 12 | 07 | 53 | -0 | 51.2 | 3 | 02 | 58 | +15 | 49.0 |
| 26 | 0 | 20 | 05 | -8 | 36 | 12 | 11 | 28 | -1 | 14.6 | 3 | 50 | 18 | +19 | 45.5 |
| 27 | 0 | 24 | 02 | -8 | 56 | 12 | 15 | 04 | -1 | 37.9 | 4 | 39 | 24 | +22 | 52.4 |
| 28 | 0 | 27 | 58 | -9 | 17 | 12 | 18 | 41 | -2 | 01.3 | 5 | 30 | 23 | +25 | 00.5 |
| 29 | 0 | 31 | 55 | -9 | 37 | 12 | 22 | 17 | -2 | 24.6 | 6 | 22 | 59 | +26 | 02.0 |
| 30 | 0 | 35 | 52 | -9 | 57 | 12 | 25 | 54 | -2 | 47.9 | 7 | 16 | 40 | +25 | 50.9 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Жовтень

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----|----|-----|----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 0 | 39 | 48 | -10 | 16 | 12 | 29 | 31 | -3 | 11.2 | 8 | 10 | 39 | +24 | 24.4 |
| 2 | 0 | 43 | 45 | -10 | 35 | 12 | 33 | 08 | -3 | 34.5 | 9 | 04 | 16 | +21 | 43.4 |
| 3 | 0 | 47 | 41 | -10 | 54 | 12 | 36 | 46 | -3 | 57.7 | 9 | 57 | 03 | +17 | 53.0 |
| 4 | 0 | 51 | 38 | -11 | 13 | 12 | 40 | 24 | -4 | 20.8 | 10 | 48 | 55 | +13 | 02.3 |
| 5 | 0 | 55 | 34 | -11 | 31 | 12 | 44 | 02 | -4 | 44.0 | 11 | 40 | 10 | +7 | 23.8 |
| 6 | 0 | 59 | 31 | -11 | 49 | 12 | 47 | 41 | -5 | 07.0 | 12 | 31 | 27 | +1 | 14.0 |
| 7 | 1 | 03 | 27 | -12 | 06 | 12 | 51 | 20 | -5 | 30.0 | 13 | 23 | 34 | -5 | 07.5 |
| 8 | 1 | 07 | 24 | -12 | 23 | 12 | 55 | 00 | -5 | 52.9 | 14 | 17 | 25 | -11 | 17.7 |
| 9 | 1 | 11 | 21 | -12 | 40 | 12 | 58 | 39 | -6 | 15.8 | 15 | 13 | 46 | -16 | 51.7 |
| 10 | 1 | 15 | 17 | -12 | 56 | 13 | 02 | 20 | -6 | 38.6 | 16 | 12 | 58 | -21 | 24.4 |
| 11 | 1 | 19 | 14 | -13 | 12 | 13 | 06 | 01 | -7 | 01.2 | 17 | 14 | 41 | -24 | 33.7 |
| 12 | 1 | 23 | 10 | -13 | 27 | 13 | 09 | 42 | -7 | 23.8 | 18 | 17 | 43 | -26 | 04.7 |
| 13 | 1 | 27 | 07 | -13 | 42 | 13 | 13 | 24 | -7 | 46.3 | 19 | 20 | 17 | -25 | 52.9 |
| 14 | 1 | 31 | 03 | -13 | 56 | 13 | 17 | 06 | -8 | 08.7 | 20 | 20 | 38 | -24 | 05.3 |
| 15 | 1 | 35 | 00 | -14 | 10 | 13 | 20 | 49 | -8 | 30.9 | 21 | 17 | 35 | -20 | 56.6 |
| 16 | 1 | 38 | 56 | -14 | 23 | 13 | 24 | 32 | -8 | 53.0 | 22 | 10 | 50 | -16 | 45.7 |
| 17 | 1 | 42 | 53 | -14 | 36 | 13 | 28 | 16 | -9 | 15.0 | 23 | 00 | 43 | -11 | 51.4 |
| 18 | 1 | 46 | 50 | -14 | 48 | 13 | 32 | 00 | -9 | 36.9 | 23 | 48 | 00 | -6 | 31.0 |
| 19 | 1 | 50 | 46 | -15 | 00 | 13 | 35 | 46 | -9 | 58.6 | 0 | 33 | 34 | -0 | 59.6 |
| 20 | 1 | 54 | 43 | -15 | 10 | 13 | 39 | 31 | -10 | 20.2 | 1 | 18 | 18 | +4 | 29.5 |
| 21 | 1 | 58 | 39 | -15 | 21 | 13 | 43 | 18 | -10 | 41.6 | 2 | 03 | 04 | +9 | 44.1 |
| 22 | 2 | 02 | 36 | -15 | 30 | 13 | 47 | 05 | -11 | 02.9 | 2 | 48 | 35 | +14 | 32.9 |
| 23 | 2 | 06 | 32 | -15 | 39 | 13 | 50 | 52 | -11 | 24.0 | 3 | 35 | 29 | +18 | 45.0 |
| 24 | 2 | 10 | 29 | -15 | 47 | 13 | 54 | 41 | -11 | 44.9 | 4 | 24 | 06 | +22 | 09.9 |
| 25 | 2 | 14 | 25 | -15 | 55 | 13 | 58 | 30 | -12 | 05.7 | 5 | 14 | 32 | +24 | 38.0 |
| 26 | 2 | 18 | 22 | -16 | 01 | 14 | 02 | 20 | -12 | 26.3 | 6 | 06 | 31 | +26 | 01.1 |
| 27 | 2 | 22 | 19 | -16 | 07 | 14 | 06 | 10 | -12 | 46.7 | 6 | 59 | 29 | +26 | 13.5 |
| 28 | 2 | 26 | 15 | -16 | 13 | 14 | 10 | 01 | -13 | 06.9 | 7 | 52 | 41 | +25 | 12.5 |
| 29 | 2 | 30 | 12 | -16 | 17 | 14 | 13 | 54 | -13 | 26.8 | 8 | 45 | 28 | +22 | 59.0 |
| 30 | 2 | 34 | 08 | -16 | 21 | 14 | 17 | 46 | -13 | 46.6 | 9 | 37 | 22 | +19 | 37.0 |
| 31 | 2 | 38 | 05 | -16 | 24 | 14 | 21 | 40 | -14 | 06.2 | 10 | 28 | 20 | +15 | 13.5 |

Продовження табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|------|-------------------|----|---|---------------|---|------------------|----|---|----------|---|------------------|----|---|----------|---|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |

Листопад

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----|----|-----|----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| 1 | 2 | 42 | 01 | -16 | 26 | 14 | 25 | 35 | -14 | 25.5 | 11 | 18 | 41 | +9 | 58.0 |
| 2 | 2 | 45 | 58 | -16 | 27 | 14 | 29 | 30 | -14 | 44.6 | 12 | 09 | 04 | +4 | 02.8 |
| 3 | 2 | 49 | 54 | -16 | 27 | 14 | 33 | 26 | -15 | 03.5 | 13 | 00 | 22 | -2 | 16.0 |
| 4 | 2 | 53 | 51 | -16 | 27 | 14 | 37 | 23 | -15 | 22.1 | 13 | 53 | 34 | -8 | 38.3 |
| 5 | 2 | 57 | 48 | -16 | 26 | 14 | 41 | 21 | -15 | 40.5 | 14 | 49 | 37 | -14 | 38.9 |
| 6 | 3 | 01 | 44 | -16 | 24 | 14 | 45 | 19 | -15 | 58.6 | 15 | 49 | 08 | -19 | 49.4 |
| 7 | 3 | 05 | 41 | -16 | 21 | 14 | 49 | 19 | -16 | 16.4 | 16 | 52 | 01 | -23 | 41.6 |
| 8 | 3 | 09 | 37 | -16 | 17 | 14 | 53 | 19 | -16 | 34.0 | 17 | 57 | 04 | -25 | 53.2 |
| 9 | 3 | 13 | 34 | -16 | 13 | 14 | 57 | 20 | -16 | 51.3 | 19 | 02 | 12 | -26 | 14.5 |
| 10 | 3 | 17 | 30 | -16 | 07 | 15 | 01 | 22 | -17 | 08.3 | 20 | 05 | 07 | -24 | 50.0 |
| 11 | 3 | 21 | 27 | -16 | 01 | 15 | 05 | 25 | -17 | 25.0 | 21 | 04 | 13 | -21 | 56.4 |
| 12 | 3 | 25 | 23 | -15 | 54 | 15 | 09 | 28 | -17 | 41.4 | 21 | 58 | 57 | -17 | 55.2 |
| 13 | 3 | 29 | 20 | -15 | 46 | 15 | 13 | 33 | -17 | 57.5 | 22 | 49 | 42 | -13 | 07.7 |
| 14 | 3 | 33 | 17 | -15 | 38 | 15 | 17 | 38 | -18 | 13.3 | 23 | 37 | 17 | -7 | 52.3 |
| 15 | 3 | 37 | 13 | -15 | 28 | 15 | 21 | 44 | -18 | 28.8 | 0 | 22 | 45 | -2 | 24.0 |
| 16 | 3 | 41 | 10 | -15 | 18 | 15 | 25 | 51 | -18 | 43.9 | 1 | 07 | 06 | +3 | 04.5 |
| 17 | 3 | 45 | 06 | -15 | 07 | 15 | 29 | 59 | -18 | 58.7 | 1 | 51 | 19 | +8 | 22.0 |
| 18 | 3 | 49 | 03 | -14 | 55 | 15 | 34 | 07 | -19 | 13.2 | 2 | 36 | 13 | +13 | 17.6 |
| 19 | 3 | 52 | 59 | -14 | 42 | 15 | 38 | 16 | -19 | 27.3 | 3 | 22 | 29 | +17 | 40.6 |
| 20 | 3 | 56 | 56 | -14 | 28 | 15 | 42 | 27 | -19 | 41.1 | 4 | 10 | 33 | +21 | 20.1 |
| 21 | 4 | 00 | 52 | -14 | 14 | 15 | 46 | 38 | -19 | 54.5 | 5 | 00 | 32 | +24 | 05.6 |
| 22 | 4 | 04 | 49 | -13 | 59 | 15 | 50 | 49 | -20 | 07.6 | 5 | 52 | 13 | +25 | 47.9 |
| 23 | 4 | 08 | 46 | -13 | 42 | 15 | 55 | 02 | -20 | 20.2 | 6 | 44 | 57 | +26 | 20.4 |
| 24 | 4 | 12 | 42 | -13 | 26 | 15 | 59 | 15 | -20 | 32.6 | 7 | 37 | 54 | +25 | 40.2 |
| 25 | 4 | 16 | 39 | -13 | 08 | 16 | 03 | 30 | -20 | 44.5 | 8 | 30 | 17 | +23 | 48.2 |
| 26 | 4 | 20 | 35 | -12 | 50 | 16 | 07 | 45 | -20 | 56.0 | 9 | 21 | 33 | +20 | 49.2 |
| 27 | 4 | 24 | 32 | -12 | 30 | 16 | 12 | 00 | -21 | 07.2 | 10 | 11 | 33 | +16 | 50.1 |
| 28 | 4 | 28 | 28 | -12 | 11 | 16 | 16 | 17 | -21 | 18.0 | 11 | 00 | 34 | +11 | 59.8 |
| 29 | 4 | 32 | 25 | -11 | 50 | 16 | 20 | 34 | -21 | 28.3 | 11 | 49 | 14 | +6 | 28.4 |
| 30 | 4 | 36 | 21 | -11 | 29 | 16 | 24 | 52 | -21 | 38.3 | 12 | 38 | 28 | +0 | 28.0 |

Закінчення табл. 1

| Дата | Зоряний час S_0 | | | Рівняння часу | | Сонце | | | | | Місяць | | | | |
|---------|-------------------|----|----|---------------|----|------------------|----|----|----------|------|------------------|----|----|----------|------|
| | | | | | | Пряме піднесення | | | Схилення | | Пряме піднесення | | | Схилення | |
| | год | хв | с | хв | с | год | хв | с | ° | ' | год | хв | с | ° | ' |
| Грудень | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 40 | 18 | -11 | 07 | 16 | 29 | 10 | -21 | 47.8 | 13 | 29 | 20 | -5 | 46.1 |
| 2 | 4 | 44 | 15 | -10 | 44 | 16 | 33 | 30 | -21 | 57.0 | 14 | 23 | 00 | -11 | 54.0 |
| 3 | 4 | 48 | 11 | -10 | 21 | 16 | 37 | 50 | -22 | 05.7 | 15 | 20 | 28 | -17 | 30.0 |
| 4 | 4 | 52 | 08 | -9 | 57 | 16 | 42 | 10 | -22 | 14.0 | 16 | 22 | 15 | -22 | 04.4 |
| 5 | 4 | 56 | 04 | -9 | 32 | 16 | 46 | 31 | -22 | 21.8 | 17 | 27 | 44 | -25 | 07.8 |
| 6 | 5 | 00 | 01 | -9 | 07 | 16 | 50 | 53 | -22 | 29.2 | 18 | 35 | 02 | -26 | 19.2 |
| 7 | 5 | 03 | 57 | -8 | 41 | 16 | 55 | 15 | -22 | 36.2 | 19 | 41 | 22 | -25 | 34.2 |
| 8 | 5 | 07 | 54 | -8 | 15 | 16 | 59 | 38 | -22 | 42.8 | 20 | 44 | 16 | -23 | 05.2 |
| 9 | 5 | 11 | 50 | -7 | 49 | 17 | 04 | 01 | -22 | 48.8 | 21 | 42 | 25 | -19 | 15.8 |
| 10 | 5 | 15 | 47 | -7 | 22 | 17 | 08 | 24 | -22 | 54.5 | 22 | 35 | 46 | -14 | 31.7 |
| 11 | 5 | 19 | 44 | -6 | 55 | 17 | 12 | 48 | -22 | 59.7 | 23 | 25 | 08 | -9 | 15.5 |
| 12 | 5 | 23 | 40 | -6 | 27 | 17 | 17 | 12 | -23 | 04.4 | 0 | 11 | 36 | -3 | 45.0 |
| 13 | 5 | 27 | 37 | -5 | 59 | 17 | 21 | 37 | -23 | 08.7 | 0 | 56 | 21 | +1 | 46.2 |
| 14 | 5 | 31 | 33 | -5 | 30 | 17 | 26 | 02 | -23 | 12.5 | 1 | 40 | 29 | +7 | 07.0 |
| 15 | 5 | 35 | 30 | -5 | 02 | 17 | 30 | 27 | -23 | 15.8 | 2 | 24 | 57 | +12 | 07.5 |
| 16 | 5 | 39 | 26 | -4 | 33 | 17 | 34 | 53 | -23 | 18.7 | 3 | 10 | 36 | +16 | 38.0 |
| 17 | 5 | 43 | 23 | -4 | 04 | 17 | 39 | 18 | -23 | 21.1 | 3 | 58 | 00 | +20 | 28.3 |
| 18 | 5 | 47 | 19 | -3 | 34 | 17 | 43 | 44 | -23 | 23.1 | 4 | 47 | 26 | +23 | 27.9 |
| 19 | 5 | 51 | 16 | -3 | 05 | 17 | 48 | 10 | -23 | 24.6 | 5 | 38 | 47 | +25 | 26.7 |
| 20 | 5 | 55 | 13 | -2 | 35 | 17 | 52 | 36 | -23 | 25.6 | 6 | 31 | 30 | +26 | 16.9 |
| 21 | 5 | 59 | 09 | -2 | 06 | 17 | 57 | 02 | -23 | 26.1 | 7 | 24 | 42 | +25 | 54.2 |
| 22 | 6 | 03 | 06 | -1 | 36 | 18 | 01 | 29 | -23 | 26.2 | 8 | 17 | 25 | +24 | 18.7 |
| 23 | 6 | 07 | 02 | -1 | 06 | 18 | 05 | 55 | -23 | 25.8 | 9 | 08 | 54 | +21 | 35.1 |
| 24 | 6 | 10 | 59 | -0 | 37 | 18 | 10 | 21 | -23 | 25.0 | 9 | 58 | 49 | +17 | 51.4 |
| 25 | 6 | 14 | 55 | -0 | 07 | 18 | 14 | 48 | -23 | 23.6 | 10 | 47 | 18 | +13 | 17.3 |
| 26 | 6 | 18 | 52 | +0 | 23 | 18 | 19 | 14 | -23 | 21.8 | 11 | 34 | 51 | +8 | 03.3 |
| 27 | 6 | 22 | 48 | +0 | 52 | 18 | 23 | 40 | -23 | 19.6 | 12 | 22 | 20 | +2 | 20.8 |
| 28 | 6 | 26 | 45 | +1 | 22 | 18 | 28 | 06 | -23 | 16.8 | 13 | 10 | 46 | -3 | 37.6 |
| 29 | 6 | 30 | 42 | +1 | 51 | 18 | 32 | 32 | -23 | 13.6 | 14 | 01 | 21 | -9 | 36.4 |
| 30 | 6 | 34 | 38 | +2 | 20 | 18 | 36 | 58 | -23 | 09.9 | 14 | 55 | 16 | -15 | 16.0 |
| 31 | 6 | 38 | 35 | +2 | 49 | 18 | 41 | 23 | -23 | 05.8 | 15 | 53 | 30 | -20 | 11.7 |

Таблиця 2

**СХІД І ЗАХІД СОНЦЯ НА ШИРОТІ 50°
(за місцевим часом)**

| Дата | Схід | | Захід | | Дата | Схід | | Захід | | | | |
|----------|------|----|-------|----|------|----------|----------|-------|----|----|----|----|
| | год | хв | год | хв | | год | хв | год | хв | | | |
| Січень | 1 | 7 | 58 | 16 | 09 | Липень | 4 | 3 | 57 | 20 | 11 | |
| | 5 | 7 | 58 | 16 | 13 | | 8 | 4 | 01 | 20 | 09 | |
| | 9 | 7 | 56 | 16 | 18 | | 12 | 4 | 04 | 20 | 06 | |
| | 13 | 7 | 54 | 16 | 24 | | 16 | 4 | 09 | 20 | 03 | |
| | 17 | 7 | 51 | 16 | 30 | | 20 | 4 | 13 | 19 | 59 | |
| | 21 | 7 | 47 | 16 | 36 | | 24 | 4 | 19 | 19 | 54 | |
| | 25 | 7 | 43 | 16 | 43 | | 28 | 4 | 24 | 19 | 48 | |
| Лютий | 29 | 7 | 38 | 16 | 49 | Серпень | 1 | 4 | 29 | 19 | 42 | |
| | 2 | 7 | 32 | 16 | 56 | | 5 | 4 | 35 | 19 | 36 | |
| | 6 | 7 | 26 | 17 | 03 | | 9 | 4 | 41 | 19 | 29 | |
| | 10 | 7 | 19 | 17 | 10 | | 13 | 4 | 47 | 19 | 22 | |
| | 14 | 7 | 12 | 17 | 17 | | 17 | 4 | 53 | 19 | 14 | |
| | 18 | 7 | 05 | 17 | 24 | | 21 | 4 | 59 | 19 | 07 | |
| | 22 | 6 | 57 | 17 | 30 | | 25 | 5 | 05 | 18 | 58 | |
| Березень | 26 | 6 | 49 | 17 | 37 | Вересень | 29 | 5 | 11 | 18 | 50 | |
| | 2 | 6 | 41 | 17 | 44 | | 2 | 5 | 17 | 18 | 42 | |
| | 6 | 6 | 33 | 17 | 50 | | 6 | 5 | 22 | 18 | 33 | |
| | 10 | 6 | 24 | 17 | 57 | | 10 | 5 | 28 | 18 | 24 | |
| | 14 | 6 | 16 | 18 | 03 | | 14 | 5 | 34 | 18 | 16 | |
| | 18 | 6 | 07 | 18 | 10 | | 18 | 5 | 40 | 18 | 07 | |
| | 22 | 5 | 58 | 18 | 16 | | 22 | 5 | 46 | 17 | 58 | |
| Квітень | 26 | 5 | 50 | 18 | 23 | Жовтень | 26 | 5 | 52 | 17 | 49 | |
| | 30 | 5 | 41 | 18 | 29 | | 30 | 5 | 58 | 17 | 40 | |
| | 3 | 5 | 32 | 18 | 35 | | Листопад | 4 | 6 | 05 | 17 | 32 |
| | 7 | 5 | 24 | 18 | 41 | | | 8 | 6 | 11 | 17 | 23 |
| | 11 | 5 | 15 | 18 | 48 | | | 12 | 6 | 17 | 17 | 15 |
| | 15 | 5 | 07 | 18 | 54 | | | 16 | 6 | 24 | 17 | 07 |
| | 19 | 4 | 59 | 19 | 00 | | | 20 | 6 | 30 | 16 | 59 |
| 23 | 4 | 51 | 19 | 06 | 24 | 6 | | 36 | 16 | 51 | | |
| 27 | 4 | 44 | 19 | 13 | 28 | 6 | | 43 | 16 | 44 | | |
| Травень | 1 | 4 | 36 | 19 | 19 | Грудень | 1 | 6 | 50 | 16 | 37 | |
| | 5 | 4 | 29 | 19 | 25 | | 5 | 6 | 56 | 16 | 30 | |
| | 9 | 4 | 23 | 19 | 31 | | 9 | 7 | 03 | 16 | 24 | |
| | 13 | 4 | 17 | 19 | 37 | | 13 | 7 | 10 | 16 | 18 | |
| | 17 | 4 | 11 | 19 | 42 | | 17 | 7 | 16 | 16 | 13 | |
| | 21 | 4 | 06 | 19 | 48 | | 21 | 7 | 22 | 16 | 09 | |
| | 25 | 4 | 02 | 19 | 53 | | 25 | 7 | 28 | 16 | 05 | |
| Червень | 29 | 3 | 58 | 19 | 57 | Грудень | 29 | 7 | 34 | 16 | 02 | |
| | 2 | 3 | 55 | 20 | 01 | | 3 | 7 | 39 | 16 | 00 | |
| | 6 | 3 | 53 | 20 | 05 | | 7 | 7 | 44 | 15 | 59 | |
| | 10 | 3 | 51 | 20 | 08 | | 11 | 7 | 48 | 15 | 58 | |
| | 14 | 3 | 50 | 20 | 10 | | 15 | 7 | 52 | 15 | 58 | |
| | 18 | 3 | 50 | 20 | 12 | | 19 | 7 | 55 | 15 | 59 | |
| | 22 | 3 | 51 | 20 | 13 | | 23 | 7 | 57 | 16 | 01 | |
| 26 | 3 | 52 | 20 | 13 | 27 | 7 | 58 | 16 | 04 | | | |
| 30 | 3 | 54 | 20 | 13 | 31 | 7 | 59 | 16 | 08 | | | |

Таблиця 3

**ПОПРАВКИ ЧАСУ СХОДУ СОНЦЯ
ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ (у хвиликах)**

| Дата | Географічна широта, град. | | | | | | | | | |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|
| | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | |
| Січень | 1 | -24 | -20 | -16 | -12 | -9 | -4 | 0 | +5 | +10 |
| | 9 | -22 | -19 | -16 | -12 | -8 | -4 | 0 | +4 | +9 |
| | 17 | -20 | -17 | -14 | -11 | -7 | -4 | 0 | +4 | +8 |
| | 25 | -18 | -15 | -12 | -10 | -6 | -3 | 0 | +4 | +8 |
| Лютий | 2 | -16 | -13 | -11 | -8 | -6 | -3 | 0 | +3 | +6 |
| | 10 | -13 | -11 | -9 | -7 | -5 | -2 | 0 | +3 | +5 |
| | 18 | -10 | -8 | -7 | -6 | -4 | -2 | 0 | +2 | +4 |
| Березень | 26 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -1 | 0 | +2 | +3 |
| | 6 | -5 | -4 | -3 | -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 |
| | 14 | -2 | -2 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| | 22 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Квітень | 30 | +4 | +4 | +3 | +2 | +1 | +1 | 0 | -1 | -2 |
| | 7 | +7 | +6 | +5 | +3 | +2 | +1 | 0 | -2 | -3 |
| | 15 | +10 | +8 | +7 | +5 | +4 | +2 | 0 | -2 | -4 |
| Травень | 23 | +13 | +11 | +9 | +7 | +5 | +2 | 0 | -3 | -5 |
| | 1 | +16 | +13 | +11 | +8 | +6 | +3 | 0 | -3 | -6 |
| | 9 | +18 | +15 | +12 | +10 | +7 | +4 | 0 | -4 | -7 |
| Червень | 17 | +20 | +17 | +14 | +11 | +8 | +4 | 0 | -4 | -8 |
| | 25 | +23 | +20 | +16 | +12 | +8 | +4 | 0 | -4 | -9 |
| | 2 | +24 | +21 | +17 | +13 | +9 | +5 | 0 | -5 | -10 |
| | 10 | +26 | +22 | +18 | +14 | +9 | +5 | 0 | -5 | -10 |
| Липень | 18 | +26 | +22 | +18 | +14 | +10 | +5 | 0 | -5 | -11 |
| | 26 | +26 | +22 | +18 | +14 | +10 | +5 | 0 | -6 | -11 |
| | 4 | +26 | +22 | +18 | +14 | +10 | +5 | 0 | -5 | -10 |
| | 12 | +24 | +21 | +17 | +13 | +9 | +5 | 0 | -5 | -10 |
| Серпень | 20 | +23 | +19 | +16 | +12 | +9 | +5 | 0 | -4 | -9 |
| | 28 | +20 | +17 | +14 | +11 | +7 | +4 | 0 | -4 | -8 |
| | 5 | +18 | +15 | +12 | +9 | +6 | +3 | 0 | -3 | -7 |
| | 13 | +15 | +12 | +10 | +8 | +5 | +3 | 0 | -3 | -6 |
| Вересень | 21 | +12 | +10 | +8 | +6 | +4 | +2 | 0 | -2 | -5 |
| | 29 | +9 | +8 | +6 | +5 | +3 | +2 | 0 | -2 | -4 |
| | 6 | +6 | +5 | +4 | +3 | +2 | +1 | 0 | -1 | -3 |
| | 14 | +4 | +3 | +3 | +2 | +2 | +1 | 0 | 0 | -1 |
| Жовтень | 22 | +1 | +1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30 | -2 | -2 | -2 | -2 | -1 | 0 | 0 | 0 | +1 |
| | 8 | -5 | -4 | -3 | -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 |
| | 16 | -8 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | 0 | +2 | +3 |
| Листопад | 24 | -11 | -8 | -7 | -6 | -4 | -2 | 0 | +2 | +4 |
| | 1 | -14 | -11 | -9 | -7 | -5 | -3 | 0 | +3 | +5 |
| | 9 | -16 | -14 | -11 | -9 | -6 | -3 | 0 | +3 | +6 |
| | 17 | -18 | -16 | -13 | -10 | -7 | -4 | 0 | +4 | +7 |
| Грудень | 25 | -20 | -18 | -15 | -11 | -8 | -4 | 0 | +4 | +8 |
| | 3 | -22 | -19 | -16 | -12 | -8 | -4 | 0 | +4 | +9 |
| | 11 | -24 | -20 | -17 | -13 | -9 | -4 | 0 | +5 | +10 |
| | 19 | -25 | -21 | -17 | -13 | -9 | -5 | 0 | +5 | +10 |
| Січень | 27 | -24 | -21 | -17 | -13 | -9 | -5 | 0 | +5 | +10 |
| | 4 | -23 | -20 | -16 | -12 | -8 | -4 | 0 | +5 | +10 |

Примітка. Для заходу Сонця поправки слід брати з протилежним знаком.

Таблиця 4

**АЗИМУТИ ТОЧОК СХОДУ ТА ЗАХОДУ СОНЦЯ
(дотикання верхньої точки диска до горизонту)**

| Дата | | Географічна широта, град. | | | | Дата | | Географічна широта, град. | | | |
|----------|----|---------------------------|-----|-----|-----|----------|---------|---------------------------|------|------|------|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | | | 40 | 45 | 50 | 55 |
| Січень | 1 | 60° | 58° | 54° | 49° | Липень | 10 | 120° | 123° | 127° | 133° |
| | 11 | 62 | 59 | 56 | 51 | | 20 | 118 | 121 | 124 | 129 |
| | 21 | 65 | 62 | 59 | 55 | | 30 | 115 | 117 | 120 | 125 |
| | 31 | 68 | 66 | 64 | 60 | | Серпень | 9 | 111 | 113 | 116 |
| Лютий | 10 | 72 | 70 | 69 | 66 | 19 | | 107 | 109 | 111 | 114 |
| | 20 | 77 | 75 | 74 | 72 | 29 | 103 | 104 | 105 | 108 | |
| Березень | 2 | 82 | 81 | 80 | 79 | Вересень | 8 | 98 | 99 | 100 | 101 |
| | 12 | 87 | 86 | 86 | 86 | | 18 | 93 | 93 | 93 | 94 |
| | 22 | 92 | 92 | 92 | 93 | | 28 | 88 | 88 | 87 | 87 |
| Квітень | 1 | 97 | 98 | 98 | 100 | Жовтень | 8 | 83 | 82 | 81 | 80 |
| | 11 | 102 | 103 | 104 | 106 | | 18 | 78 | 77 | 76 | 74 |
| | 21 | 106 | 108 | 110 | 112 | | 28 | 73 | 72 | 70 | 68 |
| Травень | 1 | 111 | 113 | 115 | 118 | Листопад | 7 | 69 | 67 | 65 | 62 |
| | 11 | 115 | 117 | 120 | 124 | | 17 | 66 | 63 | 61 | 57 |
| | 21 | 118 | 120 | 124 | 129 | | 27 | 63 | 60 | 57 | 53 |
| | 31 | 120 | 123 | 127 | 132 | | Грудень | 7 | 61 | 58 | 54 |
| Червень | 10 | 122 | 125 | 129 | 135 | 17 | | 60 | 57 | 53 | 48 |
| | 20 | 122 | 125 | 129 | 136 | 27 | | 60 | 57 | 53 | 48 |
| | 30 | 122 | 125 | 129 | 135 | Січень | 6 | 61 | 58 | 55 | 50 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу Сонця та на захід для заходу Сонця.

Таблиця 5

ТРИВАЛІСТЬ ГРОМАДЯНСЬКИХ ПРИСМЕРКІВ (у хвиликах)

| Дата | | Географічна широта, град. | | | | Дата | | Географічна широта, град. | | | |
|----------|----|---------------------------|----|----|----|----------|---------|---------------------------|----|----|----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | | | 40 | 45 | 50 | 55 |
| Січень | 1 | 30 | 33 | 38 | 45 | Липень | 10 | 32 | 36 | 43 | 55 |
| | 11 | 30 | 33 | 37 | 44 | | 20 | 32 | 35 | 41 | 51 |
| | 21 | 29 | 32 | 36 | 42 | | 30 | 31 | 34 | 40 | 47 |
| | 31 | 28 | 31 | 35 | 40 | | Серпень | 9 | 30 | 32 | 37 |
| Лютий | 10 | 28 | 30 | 34 | 38 | 19 | | 29 | 31 | 36 | 41 |
| | 20 | 27 | 30 | 33 | 37 | 29 | 28 | 30 | 34 | 38 | |
| Березень | 2 | 27 | 29 | 32 | 36 | Вересень | 8 | 28 | 30 | 33 | 37 |
| | 12 | 27 | 29 | 32 | 36 | | 18 | 27 | 29 | 32 | 36 |
| | 22 | 27 | 29 | 32 | 36 | | 28 | 27 | 29 | 32 | 36 |
| Квітень | 1 | 27 | 30 | 33 | 37 | Жовтень | 8 | 27 | 29 | 32 | 36 |
| | 11 | 27 | 30 | 33 | 38 | | 18 | 28 | 30 | 33 | 37 |
| | 21 | 28 | 31 | 35 | 40 | | 28 | 28 | 30 | 34 | 38 |
| Травень | 1 | 29 | 32 | 37 | 43 | Листопад | 7 | 29 | 31 | 35 | 39 |
| | 11 | 30 | 34 | 39 | 47 | | 17 | 29 | 32 | 36 | 41 |
| | 21 | 31 | 35 | 41 | 50 | | 27 | 29 | 33 | 37 | 43 |
| | 31 | 32 | 36 | 43 | 54 | | Грудень | 7 | 30 | 33 | 38 |
| Червень | 10 | 33 | 37 | 44 | 58 | 17 | | 31 | 34 | 38 | 45 |
| | 20 | 33 | 37 | 44 | 58 | 27 | | 31 | 34 | 39 | 46 |
| | 30 | 32 | 37 | 44 | 57 | Січень | 6 | 30 | 33 | 38 | 44 |

Таблиця 6

**СХІД, КУЛЬМІНАЦІЯ ТА ЗАХІД МІСЯЦЯ
ДЛЯ ШИРОТИ 50° ТА СХІДНОЇ ДОВГОТИ 2^h 02^m
(за місцевим часом)**

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|--------|------|----|--------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-------------------------------|-------|----|--------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна ν , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна ν , с | год | хв | годинна зміна ν , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Січень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 18 | 26 | -3.0 | 56 | 1 | 39 | 22 | -134.2 | 9 | 53 | -1.5 | 306 |
| 2 | 19 | 42 | -3.2 | 62 | 2 | 32 | 43 | -131.1 | 10 | 25 | -1.2 | 300 |
| 3 | 20 | 59 | -3.2 | 70 | 3 | 24 | 22 | -126.5 | 10 | 51 | -1.0 | 293 |
| 4 | 22 | 17 | -3.3 | 79 | 4 | 14 | 14 | -122.6 | 11 | 13 | -0.9 | 285 |
| 5 | 23 | 36 | -3.3 | 89 | 5 | 02 | 50 | -120.7 | 11 | 33 | -0.8 | 276 |
| 6 | — | — | — | — | 5 | 51 | 06 | -121.4 | 11 | 52 | -0.8 | 266 |
| 7 | 0 | 55 | -3.3 | 99 | 6 | 40 | 10 | -125.0 | 12 | 12 | -0.9 | 257 |
| 8 | 2 | 16 | -3.4 | 108 | 7 | 31 | 11 | -131.3 | 12 | 34 | -1.0 | 248 |
| 9 | 3 | 39 | -3.5 | 117 | 8 | 25 | 06 | -139.5 | 13 | 01 | -1.3 | 240 |
| 10 | 5 | 02 | -3.4 | 124 | 9 | 22 | 20 | -147.4 | 13 | 36 | -1.7 | 234 |
| 11 | 6 | 20 | -3.1 | 129 | 10 | 22 | 20 | -152.4 | 14 | 21 | -2.1 | 230 |
| 12 | 7 | 29 | -2.6 | 131 | 11 | 23 | 28 | -152.1 | 15 | 18 | -2.6 | 229 |
| 13 | 8 | 25 | -2.0 | 130 | 12 | 23 | 28 | -146.1 | 16 | 26 | -3.0 | 231 |
| 14 | 9 | 07 | -1.5 | 126 | 13 | 20 | 19 | -136.4 | 17 | 40 | -3.2 | 236 |
| 15 | 9 | 39 | -1.1 | 120 | 14 | 13 | 00 | -125.6 | 18 | 56 | -3.1 | 243 |
| 16 | 10 | 03 | -0.9 | 113 | 15 | 01 | 28 | -115.9 | 20 | 10 | -3.0 | 250 |
| 17 | 10 | 23 | -0.8 | 105 | 15 | 46 | 25 | -108.4 | 21 | 21 | -2.9 | 259 |
| 18 | 10 | 40 | -0.7 | 97 | 16 | 28 | 51 | -103.7 | 22 | 29 | -2.8 | 267 |
| 19 | 10 | 56 | -0.7 | 89 | 17 | 09 | 52 | -101.7 | 23 | 36 | -2.8 | 275 |
| 20 | 11 | 12 | -0.7 | 81 | 17 | 50 | 33 | -102.3 | — | — | — | — |
| 21 | 11 | 29 | -0.7 | 73 | 18 | 31 | 56 | -105.5 | 0 | 42 | -2.8 | 283 |
| 22 | 11 | 48 | -0.9 | 66 | 19 | 15 | 00 | -110.9 | 1 | 49 | -2.8 | 291 |
| 23 | 12 | 11 | -1.0 | 60 | 20 | 00 | 31 | -117.9 | 2 | 56 | -2.8 | 298 |
| 24 | 12 | 39 | -1.3 | 55 | 20 | 49 | 01 | -125.5 | 4 | 04 | -2.8 | 304 |
| 25 | 13 | 16 | -1.7 | 51 | 21 | 40 | 29 | -132.4 | 5 | 10 | -2.7 | 308 |
| 26 | 14 | 02 | -2.2 | 49 | 22 | 34 | 20 | -136.8 | 6 | 11 | -2.4 | 310 |
| 27 | 15 | 01 | -2.7 | 50 | 23 | 29 | 24 | -137.9 | 7 | 05 | -2.1 | 310 |
| 28 | 16 | 10 | -3.0 | 54 | — | — | — | — | 7 | 50 | -1.7 | 308 |
| 29 | 17 | 26 | -3.2 | 60 | 0 | 24 | 17 | -135.6 | 8 | 25 | -1.3 | 302 |
| 30 | 18 | 45 | -3.3 | 68 | 1 | 17 | 51 | -131.4 | 8 | 57 | -1.1 | 296 |
| 31 | 20 | 05 | -3.3 | 77 | 2 | 09 | 35 | -126.8 | 9 | 17 | -0.9 | 287 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|-------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Лютий | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 21 | 25 | -3.3 | 86 | 2 | 59 | 40 | -123.5 | 9 | 38 | -0.8 | 278 |
| 2 | 22 | 45 | -3.3 | 96 | 3 | 48 | 45 | -122.3 | 9 | 57 | -0.8 | 269 |
| 3 | — | — | — | — | 4 | 37 | 50 | -123.8 | 10 | 17 | -0.8 | 260 |
| 4 | 0 | 05 | -3.4 | 105 | 5 | 27 | 59 | -128.0 | 10 | 38 | -0.9 | 251 |
| 5 | 1 | 27 | -3.4 | 114 | 6 | 20 | 11 | -134.2 | 11 | 03 | -1.1 | 243 |
| 6 | 2 | 48 | -3.3 | 122 | 7 | 15 | 04 | -141.1 | 11 | 34 | -1.4 | 236 |
| 7 | 4 | 06 | -3.1 | 128 | 8 | 12 | 35 | -146.6 | 12 | 14 | -1.8 | 231 |
| 8 | 5 | 17 | -2.7 | 131 | 9 | 11 | 44 | -148.5 | 13 | 05 | -2.3 | 229 |
| 9 | 6 | 16 | -2.2 | 131 | 10 | 10 | 50 | -145.6 | 14 | 08 | -2.8 | 230 |
| 10 | 7 | 02 | -1.7 | 128 | 11 | 07 | 58 | -138.5 | 15 | 19 | -3.1 | 234 |
| 11 | 7 | 37 | -1.3 | 123 | 12 | 01 | 48 | -129.3 | 16 | 34 | -3.1 | 240 |
| 12 | 8 | 04 | -1.0 | 116 | 12 | 51 | 51 | -120.0 | 17 | 49 | -3.1 | 247 |
| 13 | 8 | 26 | -0.8 | 108 | 13 | 38 | 24 | -112.0 | 19 | 02 | -3.0 | 255 |
| 14 | 8 | 44 | -0.7 | 100 | 14 | 22 | 01 | -106.4 | 20 | 12 | -2.9 | 264 |
| 15 | 9 | 01 | -0.7 | 92 | 15 | 04 | 05 | -103.3 | 21 | 20 | -2.8 | 272 |
| 16 | 9 | 16 | -0.7 | 84 | 15 | 45 | 10 | -102.6 | 22 | 27 | -2.8 | 280 |
| 17 | 9 | 33 | -0.7 | 76 | 16 | 26 | 24 | -104.3 | 23 | 34 | -2.8 | 288 |
| 18 | 9 | 50 | -0.8 | 69 | 17 | 08 | 43 | -108.2 | — | — | — | — |
| 19 | 10 | 11 | -1.0 | 62 | 17 | 52 | 55 | -113.9 | 0 | 41 | -2.8 | 295 |
| 20 | 10 | 37 | -1.2 | 56 | 18 | 39 | 41 | -120.8 | 1 | 48 | -2.8 | 302 |
| 21 | 11 | 09 | -1.5 | 52 | 19 | 29 | 17 | -127.9 | 2 | 55 | -2.7 | 307 |
| 22 | 11 | 50 | -1.9 | 49 | 20 | 21 | 32 | -133.7 | 3 | 58 | -2.5 | 310 |
| 23 | 12 | 43 | -2.5 | 49 | 21 | 15 | 43 | -137.0 | 4 | 54 | -2.2 | 311 |
| 24 | 13 | 48 | -2.9 | 52 | 22 | 10 | 41 | -137.2 | 5 | 43 | -1.8 | 309 |
| 25 | 15 | 01 | -3.2 | 57 | 23 | 05 | 14 | -134.8 | 6 | 22 | -1.4 | 305 |
| 26 | 16 | 21 | -3.4 | 64 | 23 | 58 | 37 | -133.8 | 6 | 53 | -1.2 | 299 |
| 27 | 17 | 42 | -3.4 | 73 | — | — | — | — | 7 | 19 | -1.0 | 291 |
| 28 | 19 | 05 | -3.5 | 82 | 0 | 50 | 30 | -128.1 | 7 | 41 | -0.9 | 282 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|----------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Березень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20 | 28 | -3.5 | 93 | 1 | 41 | 22 | -126.4 | 8 | 01 | -0.8 | 272 |
| 2 | 21 | 51 | -3.5 | 103 | 2 | 31 | 56 | -127.0 | 8 | 21 | -0.8 | 263 |
| 3 | 23 | 14 | -3.5 | 112 | 3 | 23 | 08 | -129.9 | 8 | 42 | -0.9 | 253 |
| 4 | — | — | — | — | 4 | 15 | 53 | -134.8 | 9 | 06 | -1.1 | 245 |
| 5 | 0 | 38 | -3.4 | 120 | 5 | 10 | 47 | -140.4 | 9 | 35 | -1.4 | 237 |
| 6 | 1 | 58 | -3.2 | 127 | 6 | 07 | 51 | -145.1 | 10 | 12 | -1.7 | 232 |
| 7 | 3 | 11 | -2.8 | 131 | 7 | 06 | 20 | -146.8 | 10 | 59 | -2.2 | 229 |
| 8 | 4 | 13 | -2.3 | 132 | 8 | 04 | 48 | -144.4 | 11 | 58 | -2.7 | 229 |
| 9 | 5 | 02 | -1.8 | 129 | 9 | 01 | 36 | -138.2 | 13 | 06 | -3.0 | 232 |
| 10 | 5 | 39 | -1.4 | 125 | 9 | 55 | 28 | -129.8 | 14 | 19 | -3.1 | 237 |
| 11 | 6 | 08 | -1.0 | 119 | 10 | 45 | 51 | -121.0 | 15 | 33 | -3.1 | 244 |
| 12 | 6 | 30 | -0.8 | 111 | 11 | 32 | 52 | -113.3 | 16 | 46 | -3.0 | 252 |
| 13 | 6 | 49 | -0.7 | 103 | 12 | 17 | 08 | -107.6 | 17 | 57 | -2.9 | 260 |
| 14 | 7 | 06 | -0.7 | 95 | 12 | 59 | 28 | -104.0 | 19 | 06 | -2.9 | 269 |
| 15 | 7 | 21 | -0.6 | 87 | 13 | 40 | 46 | -102.7 | 20 | 14 | -2.8 | 277 |
| 16 | 7 | 37 | -0.7 | 79 | 14 | 21 | 56 | -103.6 | 21 | 21 | -2.8 | 285 |
| 17 | 7 | 54 | -0.7 | 71 | 15 | 03 | 49 | -106.5 | 22 | 28 | -2.8 | 293 |
| 18 | 8 | 13 | -0.9 | 64 | 15 | 47 | 12 | -111.2 | 23 | 35 | -2.8 | 300 |
| 19 | 8 | 36 | -1.1 | 58 | 16 | 32 | 41 | -117.1 | — | — | — | — |
| 20 | 9 | 05 | -1.4 | 53 | 17 | 20 | 38 | -123.4 | 0 | 42 | -2.7 | 305 |
| 21 | 9 | 42 | -1.7 | 50 | 18 | 11 | 02 | -129.1 | 1 | 46 | -2.6 | 309 |
| 22 | 10 | 29 | -2.2 | 48 | 19 | 03 | 27 | -133.0 | 2 | 45 | -2.3 | 311 |
| 23 | 11 | 27 | -2.7 | 50 | 19 | 57 | 02 | -134.6 | 3 | 36 | -1.9 | 311 |
| 24 | 12 | 36 | -3.0 | 54 | 20 | 50 | 49 | -133.8 | 4 | 18 | -1.6 | 308 |
| 25 | 13 | 52 | -3.3 | 60 | 21 | 44 | 01 | -131.7 | 4 | 52 | -1.3 | 303 |
| 26 | 15 | 12 | -3.4 | 68 | 22 | 36 | 19 | -129.6 | 5 | 19 | -1.0 | 295 |
| 27 | 16 | 35 | -3.5 | 77 | 23 | 27 | 54 | -128.5 | 5 | 42 | -0.9 | 287 |
| 28 | 17 | 59 | -3.5 | 88 | — | — | — | — | 6 | 03 | -0.8 | 277 |
| 29 | 19 | 25 | -3.6 | 98 | 0 | 19 | 22 | -129.4 | 6 | 23 | -0.8 | 267 |
| 30 | 20 | 52 | -3.6 | 108 | 1 | 11 | 34 | -132.5 | 6 | 43 | -0.9 | 257 |
| 31 | 22 | 19 | -3.6 | 118 | 2 | 05 | 25 | -137.6 | 7 | 06 | -1.0 | 248 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|---------|------|----|--------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-------------------------------|-------|----|--------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна ν , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна ν , с | год | хв | годинна зміна ν , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Квітень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 23 | 44 | -3.4 | 125 | 3 | 01 | 31 | -143.6 | 7 | 34 | -1.3 | 239 |
| 2 | — | — | — | — | 3 | 59 | 55 | -148.6 | 8 | 09 | -1.7 | 233 |
| 3 | 1 | 02 | -3.1 | 130 | 4 | 59 | 51 | -150.4 | 8 | 54 | -2.1 | 229 |
| 4 | 2 | 10 | -2.5 | 132 | 5 | 59 | 44 | -147.7 | 9 | 50 | -2.6 | 228 |
| 5 | 3 | 03 | -1.9 | 131 | 6 | 57 | 45 | -140.9 | 10 | 56 | -2.9 | 230 |
| 6 | 3 | 43 | -1.4 | 127 | 7 | 52 | 33 | -131.7 | 12 | 08 | -3.1 | 235 |
| 7 | 4 | 13 | -1.1 | 121 | 8 | 43 | 33 | -122.2 | 13 | 22 | -3.1 | 242 |
| 8 | 4 | 37 | -0.9 | 114 | 9 | 30 | 55 | -113.9 | 14 | 35 | -3.0 | 249 |
| 9 | 4 | 56 | -0.7 | 106 | 10 | 15 | 18 | -107.7 | 15 | 46 | -2.9 | 257 |
| 10 | 5 | 13 | -0.7 | 98 | 10 | 57 | 34 | -103.7 | 16 | 54 | -2.8 | 266 |
| 11 | 5 | 28 | -0.6 | 90 | 11 | 38 | 41 | -102.1 | 18 | 02 | -2.8 | 274 |
| 12 | 5 | 44 | -0.7 | 82 | 12 | 19 | 32 | -102.6 | 19 | 09 | -2.8 | 283 |
| 13 | 6 | 00 | -0.7 | 74 | 13 | 00 | 58 | -105.2 | 20 | 17 | -2.8 | 290 |
| 14 | 6 | 18 | -0.8 | 67 | 13 | 43 | 44 | -109.4 | 21 | 25 | -2.8 | 298 |
| 15 | 6 | 39 | -1.0 | 60 | 14 | 28 | 24 | -114.8 | 22 | 32 | -2.8 | 304 |
| 16 | 7 | 05 | -1.2 | 54 | 15 | 15 | 20 | -120.5 | 23 | 37 | -2.6 | 309 |
| 17 | 7 | 38 | -1.6 | 50 | 16 | 04 | 32 | -125.8 | — | — | — | — |
| 18 | 8 | 21 | -2.0 | 48 | 16 | 55 | 34 | -129.5 | 0 | 38 | -2.4 | 311 |
| 19 | 9 | 13 | -2.4 | 49 | 17 | 47 | 44 | -131.0 | 1 | 31 | -2.0 | 312 |
| 20 | 10 | 17 | -2.8 | 51 | 18 | 40 | 09 | -130.5 | 2 | 16 | -1.7 | 310 |
| 21 | 11 | 28 | -3.1 | 57 | 19 | 32 | 05 | -128.7 | 2 | 52 | -1.3 | 305 |
| 22 | 12 | 45 | -3.3 | 64 | 20 | 23 | 14 | -126.8 | 3 | 20 | -1.0 | 299 |
| 23 | 14 | 05 | -3.4 | 72 | 21 | 13 | 46 | -126.0 | 3 | 44 | -0.9 | 291 |
| 24 | 15 | 27 | -3.5 | 82 | 22 | 04 | 16 | -127.1 | 4 | 05 | -0.8 | 282 |
| 25 | 16 | 51 | -3.6 | 93 | 22 | 55 | 38 | -130.7 | 4 | 25 | -0.8 | 273 |
| 26 | 18 | 18 | -3.7 | 103 | 23 | 48 | 54 | -136.8 | 4 | 44 | -0.8 | 262 |
| 27 | 19 | 47 | -3.7 | 113 | — | — | — | — | 5 | 06 | -1.0 | 252 |
| 28 | 21 | 16 | -3.7 | 122 | 0 | 44 | 56 | -144.5 | 5 | 31 | -1.2 | 243 |
| 29 | 22 | 42 | -3.4 | 129 | 1 | 44 | 07 | -152.0 | 6 | 03 | -1.5 | 235 |
| 30 | 23 | 58 | -2.9 | 132 | 2 | 45 | 51 | -156.3 | 6 | 44 | -1.9 | 230 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|---------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Травень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | — | — | — | — | 3 | 48 | 26 | -155.3 | 7 | 37 | -2.5 | 228 |
| 2 | 0 | 59 | -2.2 | 132 | 4 | 49 | 35 | -148.6 | 8 | 43 | -2.9 | 229 |
| 3 | 1 | 45 | -1.6 | 129 | 5 | 47 | 18 | -138.2 | 9 | 55 | -3.1 | 233 |
| 4 | 2 | 19 | -1.2 | 123 | 6 | 40 | 35 | -126.9 | 11 | 11 | -3.1 | 239 |
| 5 | 2 | 44 | -0.9 | 116 | 7 | 29 | 31 | -116.9 | 12 | 25 | -3.0 | 246 |
| 6 | 3 | 04 | -0.8 | 109 | 8 | 14 | 47 | -109.1 | 13 | 36 | -2.9 | 255 |
| 7 | 3 | 21 | -0.7 | 101 | 8 | 57 | 24 | -103.9 | 14 | 45 | -2.9 | 263 |
| 8 | 3 | 37 | -0.6 | 93 | 9 | 38 | 27 | -101.5 | 15 | 53 | -2.8 | 272 |
| 9 | 3 | 52 | -0.6 | 84 | 10 | 18 | 57 | -101.5 | 17 | 00 | -2.8 | 280 |
| 10 | 4 | 07 | -0.7 | 77 | 10 | 59 | 50 | -103.6 | 18 | 07 | -2.8 | 288 |
| 11 | 4 | 24 | -0.8 | 69 | 11 | 41 | 56 | -107.7 | 19 | 15 | -2.8 | 295 |
| 12 | 4 | 44 | -0.9 | 62 | 12 | 25 | 55 | -113.0 | 20 | 23 | -2.8 | 302 |
| 13 | 5 | 08 | -1.1 | 56 | 13 | 12 | 09 | -118.8 | 21 | 29 | -2.7 | 307 |
| 14 | 5 | 38 | -1.4 | 51 | 14 | 00 | 42 | -124.3 | 22 | 32 | -2.5 | 311 |
| 15 | 6 | 17 | -1.8 | 48 | 14 | 51 | 01 | -128.0 | 23 | 28 | -2.2 | 312 |
| 16 | 7 | 06 | -2.3 | 48 | 15 | 42 | 44 | -129.5 | — | — | — | — |
| 17 | 8 | 06 | -2.7 | 50 | 16 | 34 | 28 | -128.6 | 0 | 15 | -1.8 | 311 |
| 18 | 9 | 13 | -2.9 | 54 | 17 | 25 | 32 | -126.2 | 0 | 53 | -1.4 | 307 |
| 19 | 10 | 26 | -3.1 | 61 | 18 | 15 | 31 | -123.5 | 1 | 23 | -1.1 | 302 |
| 20 | 11 | 43 | -3.2 | 68 | 19 | 04 | 32 | -121.7 | 1 | 48 | -0.9 | 295 |
| 21 | 13 | 01 | -3.3 | 77 | 19 | 53 | 08 | -121.9 | 2 | 09 | -0.8 | 287 |
| 22 | 14 | 22 | -3.4 | 87 | 20 | 42 | 15 | -124.7 | 2 | 28 | -0.8 | 277 |
| 23 | 15 | 45 | -3.5 | 98 | 21 | 33 | 01 | -130.5 | 2 | 47 | -0.8 | 268 |
| 24 | 17 | 11 | -3.7 | 108 | 22 | 26 | 37 | -139.0 | 3 | 06 | -0.9 | 258 |
| 25 | 18 | 41 | -3.8 | 118 | 23 | 23 | 57 | -148.9 | 3 | 29 | -1.0 | 248 |
| 26 | 20 | 10 | -3.6 | 126 | — | — | — | — | 3 | 56 | -1.3 | 239 |
| 27 | 21 | 34 | -3.2 | 131 | 0 | 25 | 09 | -157.5 | 4 | 33 | -1.8 | 232 |
| 28 | 22 | 44 | -2.6 | 133 | 1 | 29 | 03 | -161.1 | 5 | 21 | -2.3 | 228 |
| 29 | 23 | 39 | -2.0 | 131 | 2 | 33 | 13 | -157.8 | 6 | 23 | -2.8 | 228 |
| 30 | — | — | — | — | 3 | 34 | 54 | -148.4 | 7 | 35 | -3.2 | 231 |
| 31 | 0 | 19 | -1.4 | 126 | 4 | 32 | 07 | -135.9 | 8 | 53 | -3.3 | 236 |

Примітка. Азимуту відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|---------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Червень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 48 | -1.0 | 119 | 5 | 24 | 18 | -123.7 | 10 | 10 | -3.2 | 244 |
| 2 | 1 | 10 | -0.8 | 112 | 6 | 11 | 55 | -113.7 | 11 | 24 | -3.0 | 252 |
| 3 | 1 | 29 | -0.7 | 104 | 6 | 56 | 01 | -106.6 | 12 | 35 | -2.9 | 260 |
| 4 | 1 | 45 | -0.6 | 95 | 7 | 37 | 49 | -102.5 | 13 | 44 | -2.8 | 269 |
| 5 | 2 | 00 | -0.6 | 87 | 8 | 18 | 28 | -101.2 | 14 | 51 | -2.8 | 277 |
| 6 | 2 | 15 | -0.6 | 79 | 8 | 59 | 04 | -102.5 | 15 | 58 | -2.8 | 285 |
| 7 | 2 | 31 | -0.7 | 71 | 9 | 40 | 35 | -105.9 | 17 | 05 | -2.8 | 293 |
| 8 | 2 | 49 | -0.8 | 64 | 10 | 23 | 49 | -111.1 | 18 | 13 | -2.8 | 300 |
| 9 | 3 | 12 | -1.1 | 58 | 11 | 09 | 20 | -117.3 | 19 | 20 | -2.8 | 306 |
| 10 | 3 | 40 | -1.3 | 53 | 11 | 57 | 20 | -123.3 | 20 | 25 | -2.6 | 310 |
| 11 | 4 | 16 | -1.7 | 49 | 12 | 47 | 31 | -127.8 | 21 | 23 | -2.3 | 312 |
| 12 | 5 | 02 | -2.2 | 48 | 13 | 39 | 08 | -129.9 | 22 | 14 | -1.9 | 312 |
| 13 | 5 | 59 | -2.6 | 49 | 14 | 31 | 06 | -129.2 | 22 | 55 | -1.5 | 309 |
| 14 | 7 | 04 | -2.8 | 53 | 15 | 22 | 21 | -126.3 | 23 | 27 | -1.2 | 304 |
| 15 | 8 | 15 | -3.1 | 58 | 16 | 12 | 15 | -122.6 | 23 | 53 | -1.0 | 297 |
| 16 | 9 | 30 | -3.2 | 66 | 17 | 00 | 41 | -119.4 | — | — | — | — |
| 17 | 10 | 46 | -3.2 | 74 | 17 | 48 | 05 | -117.8 | 0 | 15 | -0.8 | 289 |
| 18 | 12 | 03 | -3.2 | 84 | 18 | 35 | 18 | -118.8 | 0 | 34 | -0.8 | 281 |
| 19 | 13 | 22 | -3.3 | 93 | 19 | 23 | 26 | -123.0 | 0 | 52 | -0.7 | 272 |
| 20 | 14 | 44 | -3.5 | 103 | 20 | 13 | 45 | -130.2 | 1 | 10 | -0.8 | 262 |
| 21 | 16 | 10 | -3.6 | 113 | 21 | 07 | 29 | -140.1 | 1 | 30 | -0.9 | 252 |
| 22 | 17 | 37 | -3.6 | 122 | 22 | 05 | 26 | -150.9 | 1 | 54 | -1.1 | 243 |
| 23 | 19 | 03 | -3.5 | 129 | 23 | 07 | 25 | -159.3 | 2 | 25 | -1.5 | 236 |
| 24 | 20 | 21 | -3.0 | 132 | — | — | — | — | 3 | 06 | -2.0 | 230 |
| 25 | 21 | 25 | -2.3 | 132 | 0 | 11 | 52 | -161.7 | 4 | 01 | -2.6 | 227 |
| 26 | 22 | 13 | -1.7 | 128 | 1 | 15 | 57 | -156.6 | 5 | 10 | -3.1 | 229 |
| 27 | 22 | 47 | -1.2 | 122 | 2 | 16 | 53 | -145.8 | 6 | 27 | -3.3 | 233 |
| 28 | 23 | 13 | -0.9 | 115 | 3 | 13 | 00 | -133.0 | 7 | 47 | -3.3 | 240 |
| 29 | 23 | 33 | -0.8 | 107 | 4 | 04 | 03 | -121.2 | 9 | 05 | -3.2 | 248 |
| 30 | 23 | 52 | -0.7 | 98 | 4 | 50 | 47 | -111.9 | 10 | 20 | -3.0 | 257 |

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|--------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Липень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | — | — | — | — | 5 | 34 | 21 | -105.8 | 11 | 31 | -2.9 | 266 |
| 2 | 0 | 06 | -0.6 | 90 | 6 | 16 | 00 | -102.7 | 12 | 39 | -2.8 | 274 |
| 3 | 0 | 21 | -0.6 | 82 | 6 | 56 | 56 | -102.5 | 13 | 47 | -2.8 | 283 |
| 4 | 0 | 37 | -0.7 | 74 | 7 | 38 | 14 | -104.8 | 14 | 54 | -2.8 | 290 |
| 5 | 0 | 55 | -0.8 | 67 | 8 | 20 | 52 | -109.2 | 16 | 02 | -2.8 | 298 |
| 6 | 1 | 16 | -1.0 | 60 | 9 | 05 | 34 | -115.2 | 17 | 09 | -2.8 | 304 |
| 7 | 1 | 42 | -1.2 | 54 | 9 | 52 | 46 | -121.6 | 18 | 15 | -2.7 | 309 |
| 8 | 2 | 15 | -1.6 | 50 | 10 | 42 | 27 | -127.2 | 19 | 17 | -2.4 | 312 |
| 9 | 2 | 58 | -2.0 | 48 | 11 | 34 | 03 | -130.6 | 20 | 10 | -2.0 | 312 |
| 10 | 3 | 52 | -2.4 | 48 | 12 | 26 | 32 | -131.1 | 20 | 55 | -1.7 | 310 |
| 11 | 4 | 55 | -2.8 | 51 | 13 | 18 | 40 | -128.8 | 21 | 30 | -1.3 | 306 |
| 12 | 6 | 06 | -3.0 | 56 | 14 | 09 | 32 | -124.8 | 21 | 58 | -1.1 | 299 |
| 13 | 7 | 20 | -3.1 | 63 | 14 | 58 | 41 | -120.6 | 22 | 21 | -0.9 | 292 |
| 14 | 8 | 36 | -3.2 | 72 | 15 | 46 | 19 | -117.5 | 22 | 40 | -0.8 | 283 |
| 15 | 9 | 52 | -3.2 | 81 | 16 | 33 | 04 | -116.6 | 22 | 58 | -0.7 | 274 |
| 16 | 11 | 10 | -3.3 | 90 | 17 | 19 | 56 | -118.5 | 23 | 15 | -0.7 | 265 |
| 17 | 12 | 29 | -3.3 | 100 | 18 | 08 | 05 | -123.6 | 23 | 34 | -0.8 | 256 |
| 18 | 13 | 50 | -3.4 | 110 | 18 | 58 | 48 | -131.5 | 23 | 56 | -1.0 | 247 |
| 19 | 15 | 14 | -3.5 | 119 | 19 | 53 | 07 | -141.6 | — | — | — | — |
| 20 | 16 | 39 | -3.5 | 126 | 20 | 51 | 33 | -151.4 | 0 | 22 | -1.3 | 238 |
| 21 | 17 | 59 | -3.1 | 131 | 21 | 53 | 27 | -157.9 | 0 | 58 | -1.7 | 232 |
| 22 | 19 | 08 | -2.6 | 133 | 22 | 56 | 54 | -157.9 | 1 | 45 | -2.3 | 228 |
| 23 | 20 | 03 | -2.0 | 131 | 23 | 59 | 19 | -155.3 | 2 | 47 | -2.8 | 228 |
| 24 | 20 | 43 | -1.4 | 126 | — | — | — | — | 4 | 00 | -3.2 | 231 |
| 25 | 21 | 13 | -1.1 | 119 | 0 | 57 | 53 | -140.4 | 5 | 20 | -3.4 | 237 |
| 26 | 21 | 36 | -0.8 | 111 | 1 | 51 | 58 | -128.6 | 6 | 41 | -3.3 | 244 |
| 27 | 21 | 54 | -0.7 | 102 | 2 | 41 | 29 | -118.2 | 7 | 59 | -3.2 | 253 |
| 28 | 22 | 11 | -0.7 | 93 | 3 | 27 | 18 | -110.5 | 9 | 13 | -3.0 | 262 |
| 29 | 22 | 26 | -0.6 | 85 | 4 | 10 | 32 | -105.7 | 10 | 24 | -2.9 | 271 |
| 30 | 22 | 42 | -0.7 | 77 | 4 | 52 | 24 | -103.9 | 11 | 33 | -2.8 | 280 |
| 31 | 22 | 59 | -0.7 | 69 | 5 | 34 | 01 | -104.7 | 12 | 41 | -2.8 | 288 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|---------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Серпень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 23 | 18 | -0.9 | 62 | 6 | 16 | 23 | -107.9 | 13 | 49 | -2.8 | 295 |
| 2 | 23 | 42 | -1.1 | 56 | 7 | 00 | 23 | -113.0 | 14 | 57 | -2.8 | 302 |
| 3 | — | — | — | — | 7 | 46 | 38 | -119.1 | 16 | 04 | -2.7 | 307 |
| 4 | 0 | 13 | -1.4 | 51 | 8 | 35 | 23 | -125.2 | 17 | 07 | -2.5 | 311 |
| 5 | 0 | 52 | -1.8 | 48 | 9 | 26 | 24 | -129.9 | 18 | 04 | -2.2 | 312 |
| 6 | 1 | 42 | -2.3 | 48 | 10 | 18 | 52 | -132.1 | 18 | 51 | -1.8 | 311 |
| 7 | 2 | 43 | -2.7 | 50 | 11 | 11 | 41 | -131.3 | 19 | 30 | -1.5 | 307 |
| 8 | 3 | 52 | -3.0 | 54 | 12 | 03 | 44 | -128.1 | 20 | 01 | -1.1 | 302 |
| 9 | 5 | 07 | -3.2 | 61 | 12 | 54 | 17 | -124.0 | 20 | 25 | -0.9 | 294 |
| 10 | 6 | 24 | -3.2 | 69 | 13 | 43 | 11 | -120.3 | 20 | 46 | -0.8 | 286 |
| 11 | 7 | 41 | -3.2 | 78 | 14 | 30 | 52 | -118.2 | 21 | 04 | -0.7 | 277 |
| 12 | 8 | 59 | -3.3 | 88 | 15 | 18 | 05 | -118.4 | 21 | 22 | -0.7 | 267 |
| 13 | 10 | 18 | -3.3 | 98 | 16 | 05 | 53 | -121.6 | 21 | 40 | -0.8 | 258 |
| 14 | 11 | 39 | -3.4 | 107 | 16 | 55 | 26 | -127.5 | 22 | 00 | -0.9 | 249 |
| 15 | 13 | 01 | -3.4 | 116 | 17 | 47 | 46 | -135.6 | 22 | 24 | -1.1 | 241 |
| 16 | 14 | 24 | -3.4 | 124 | 18 | 43 | 35 | -144.5 | 22 | 55 | -1.5 | 234 |
| 17 | 15 | 44 | -3.2 | 130 | 19 | 42 | 45 | -151.6 | 23 | 37 | -2.0 | 229 |
| 18 | 16 | 56 | -2.7 | 133 | 20 | 44 | 05 | -154.2 | — | — | — | — |
| 19 | 17 | 54 | -2.1 | 132 | 21 | 45 | 27 | -151.0 | 0 | 32 | -2.6 | 227 |
| 20 | 18 | 39 | -1.6 | 128 | 22 | 44 | 34 | -142.9 | 1 | 40 | -3.1 | 229 |
| 21 | 19 | 12 | -1.1 | 122 | 23 | 39 | 57 | -132.5 | 2 | 57 | -3.3 | 234 |
| 22 | 19 | 37 | -0.9 | 114 | — | — | — | — | 4 | 17 | -3.3 | 241 |
| 23 | 19 | 58 | -0.8 | 106 | 0 | 31 | 09 | -122.5 | 5 | 36 | -3.2 | 249 |
| 24 | 20 | 15 | -0.6 | 97 | 1 | 18 | 37 | -114.3 | 6 | 52 | -3.1 | 258 |
| 25 | 20 | 30 | -0.6 | 88 | 2 | 03 | 15 | -108.7 | 8 | 05 | -3.0 | 267 |
| 26 | 20 | 46 | -0.7 | 80 | 2 | 46 | 06 | -105.7 | 9 | 16 | -2.9 | 276 |
| 27 | 21 | 02 | -0.7 | 72 | 3 | 28 | 14 | -105.4 | 10 | 25 | -2.9 | 285 |
| 28 | 21 | 21 | -0.8 | 64 | 4 | 10 | 39 | -107.4 | 11 | 34 | -2.9 | 293 |
| 29 | 21 | 43 | -1.0 | 58 | 4 | 54 | 14 | -111.3 | 12 | 43 | -2.8 | 300 |
| 30 | 22 | 10 | -1.3 | 53 | 5 | 39 | 39 | -116.6 | 13 | 50 | -2.8 | 306 |
| 31 | 22 | 45 | -1.7 | 49 | 6 | 27 | 20 | -122.4 | 14 | 55 | -2.6 | 310 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|----------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Вересень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 23 | 31 | -2.1 | 47 | 7 | 17 | 15 | -127.5 | 15 | 55 | -2.3 | 312 |
| 2 | — | — | — | — | 8 | 08 | 56 | -130.8 | 16 | 46 | -1.9 | 312 |
| 3 | 0 | 27 | -2.5 | 48 | 9 | 01 | 30 | -131.6 | 17 | 28 | -1.6 | 309 |
| 4 | 1 | 33 | -2.9 | 52 | 9 | 53 | 57 | -129.9 | 18 | 01 | -1.2 | 304 |
| 5 | 2 | 47 | -3.2 | 58 | 10 | 45 | 25 | -126.8 | 18 | 28 | -1.0 | 298 |
| 6 | 4 | 04 | -3.3 | 66 | 11 | 35 | 34 | -123.5 | 18 | 50 | -0.8 | 289 |
| 7 | 5 | 23 | -3.3 | 74 | 12 | 24 | 31 | -121.3 | 19 | 09 | -0.8 | 280 |
| 8 | 6 | 43 | -3.4 | 84 | 13 | 12 | 53 | -121.0 | 19 | 27 | -0.7 | 271 |
| 9 | 8 | 04 | -3.4 | 94 | 14 | 01 | 33 | -123.1 | 19 | 45 | -0.8 | 261 |
| 10 | 9 | 26 | -3.4 | 104 | 14 | 51 | 31 | -127.9 | 20 | 04 | -0.9 | 251 |
| 11 | 10 | 49 | -3.5 | 114 | 15 | 43 | 48 | -134.7 | 20 | 27 | -1.1 | 243 |
| 12 | 12 | 13 | -3.5 | 122 | 16 | 39 | 03 | -142.5 | 20 | 56 | -1.4 | 235 |
| 13 | 13 | 35 | -3.3 | 129 | 17 | 37 | 17 | -149.0 | 21 | 34 | -1.8 | 230 |
| 14 | 14 | 49 | -2.9 | 133 | 18 | 37 | 33 | -151.8 | 22 | 24 | -2.4 | 227 |
| 15 | 15 | 51 | -2.3 | 133 | 19 | 38 | 04 | -149.5 | 23 | 27 | -2.9 | 228 |
| 16 | 16 | 39 | -1.7 | 130 | 20 | 36 | 47 | -142.6 | — | — | — | — |
| 17 | 17 | 14 | -1.3 | 125 | 21 | 32 | 14 | -133.2 | 0 | 40 | -3.2 | 232 |
| 18 | 17 | 41 | -1.0 | 117 | 22 | 23 | 50 | -123.7 | 1 | 58 | -3.3 | 238 |
| 19 | 18 | 02 | -0.8 | 109 | 23 | 11 | 49 | -115.7 | 3 | 17 | -3.2 | 246 |
| 20 | 18 | 20 | -0.7 | 101 | 23 | 56 | 58 | -112.3 | 4 | 33 | -3.1 | 254 |
| 21 | 18 | 36 | -0.6 | 92 | — | — | — | — | 5 | 47 | -3.0 | 264 |
| 22 | 18 | 51 | -0.6 | 83 | 0 | 40 | 13 | -106.5 | 6 | 59 | -3.0 | 273 |
| 23 | 19 | 06 | -0.7 | 75 | 1 | 22 | 35 | -105.6 | 8 | 09 | -2.9 | 281 |
| 24 | 19 | 24 | -0.8 | 67 | 2 | 04 | 59 | -106.9 | 9 | 19 | -2.9 | 290 |
| 25 | 19 | 44 | -0.9 | 60 | 2 | 48 | 15 | -110.1 | 10 | 28 | -2.9 | 297 |
| 26 | 20 | 09 | -1.1 | 54 | 3 | 33 | 04 | -114.7 | 11 | 37 | -2.8 | 304 |
| 27 | 20 | 40 | -1.5 | 50 | 4 | 19 | 51 | -119.9 | 12 | 43 | -2.7 | 309 |
| 28 | 21 | 21 | -1.9 | 47 | 5 | 08 | 42 | -124.7 | 13 | 45 | -2.4 | 312 |
| 29 | 22 | 12 | -2.3 | 47 | 5 | 59 | 17 | -128.2 | 14 | 39 | -2.1 | 313 |
| 30 | 23 | 13 | -2.7 | 50 | 6 | 50 | 55 | -129.6 | 15 | 24 | -1.7 | 311 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|---------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Жовтень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | — | — | — | — | 7 | 42 | 44 | -128.9 | 16 | 00 | -1.3 | 307 |
| 2 | 0 | 23 | -3.1 | 55 | 8 | 33 | 59 | -126.8 | 16 | 29 | -1.1 | 301 |
| 3 | 1 | 39 | -3.2 | 62 | 9 | 24 | 14 | -124.2 | 16 | 52 | -0.9 | 294 |
| 4 | 2 | 57 | -3.3 | 70 | 10 | 13 | 33 | -122.4 | 17 | 12 | -0.8 | 285 |
| 5 | 4 | 17 | -3.4 | 80 | 11 | 02 | 23 | -122.2 | 17 | 31 | -0.7 | 275 |
| 6 | 5 | 39 | -3.5 | 90 | 11 | 51 | 35 | -124.5 | 17 | 48 | -0.7 | 265 |
| 7 | 7 | 03 | -3.5 | 100 | 12 | 42 | 06 | -129.3 | 18 | 07 | -0.8 | 255 |
| 8 | 8 | 28 | -3.6 | 111 | 13 | 34 | 58 | -136.3 | 18 | 29 | -1.0 | 246 |
| 9 | 9 | 56 | -3.7 | 120 | 14 | 30 | 53 | -144.3 | 18 | 56 | -1.3 | 237 |
| 10 | 11 | 22 | -3.5 | 127 | 15 | 29 | 55 | -151.2 | 19 | 31 | -1.7 | 231 |
| 11 | 12 | 41 | -3.1 | 132 | 16 | 31 | 09 | -154.3 | 20 | 18 | -2.2 | 227 |
| 12 | 13 | 48 | -2.5 | 134 | 17 | 32 | 42 | -152.0 | 21 | 18 | -2.8 | 227 |
| 13 | 14 | 40 | -1.9 | 132 | 18 | 32 | 22 | -144.7 | 22 | 29 | -3.1 | 230 |
| 14 | 15 | 19 | -1.4 | 127 | 19 | 28 | 33 | -134.6 | 23 | 46 | -2.2 | 235 |
| 15 | 15 | 47 | -1.0 | 120 | 20 | 20 | 36 | -124.5 | — | — | — | — |
| 16 | 16 | 09 | -0.8 | 112 | 21 | 08 | 47 | -115.8 | 1 | 04 | -3.2 | 243 |
| 17 | 16 | 27 | -0.7 | 104 | 21 | 53 | 56 | -109.5 | 2 | 20 | -3.1 | 251 |
| 18 | 16 | 43 | -0.6 | 95 | 22 | 37 | 00 | -105.9 | 3 | 33 | -3.0 | 260 |
| 19 | 16 | 57 | -0.6 | 86 | 23 | 19 | 03 | -104.7 | 4 | 45 | -3.0 | 269 |
| 20 | 17 | 12 | -0.7 | 78 | — | — | — | — | 5 | 55 | -2.9 | 278 |
| 21 | 17 | 29 | -0.7 | 70 | 0 | 01 | 01 | -105.7 | 7 | 05 | -2.9 | 287 |
| 22 | 17 | 47 | -0.8 | 62 | 0 | 43 | 46 | -108.7 | 8 | 15 | -2.9 | 295 |
| 23 | 18 | 10 | -1.0 | 56 | 1 | 27 | 58 | -113.1 | 9 | 24 | -2.9 | 302 |
| 24 | 18 | 38 | -1.3 | 51 | 2 | 14 | 04 | -118.1 | 10 | 32 | -2.8 | 308 |
| 25 | 19 | 15 | -1.7 | 48 | 3 | 02 | 09 | -122.8 | 11 | 36 | -2.5 | 312 |
| 26 | 20 | 01 | -2.1 | 47 | 3 | 51 | 56 | -126.2 | 12 | 33 | -2.2 | 313 |
| 27 | 20 | 58 | -2.6 | 48 | 4 | 42 | 45 | -127.6 | 13 | 21 | -1.8 | 313 |
| 28 | 22 | 04 | -2.9 | 52 | 5 | 33 | 44 | -126.9 | 14 | 00 | -1.5 | 310 |
| 29 | 23 | 16 | -3.1 | 58 | 6 | 24 | 08 | -124.7 | 14 | 31 | -1.3 | 304 |
| 30 | — | — | — | — | 7 | 13 | 33 | -122.0 | 14 | 55 | -0.9 | 297 |
| 31 | 0 | 31 | -3.2 | 66 | 8 | 01 | 57 | -120.1 | 15 | 16 | -0.8 | 289 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|----------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Листопад | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 49 | -3.3 | 75 | 8 | 49 | 51 | -119.8 | 15 | 34 | -0.7 | 280 |
| 2 | 3 | 08 | -3.4 | 84 | 9 | 38 | 01 | -121.9 | 15 | 51 | -0.7 | 270 |
| 3 | 4 | 31 | -3.5 | 95 | 10 | 27 | 33 | -126.9 | 16 | 09 | -0.8 | 260 |
| 4 | 5 | 56 | -3.6 | 105 | 11 | 19 | 34 | -134.7 | 16 | 29 | -0.9 | 250 |
| 5 | 7 | 25 | -3.8 | 115 | 12 | 15 | 07 | -144.5 | 16 | 54 | -1.1 | 241 |
| 6 | 8 | 55 | -3.7 | 124 | 13 | 14 | 38 | -154.0 | 17 | 25 | -1.5 | 233 |
| 7 | 10 | 22 | -3.4 | 131 | 14 | 17 | 29 | -159.9 | 18 | 08 | -2.1 | 228 |
| 8 | 11 | 37 | -2.8 | 134 | 15 | 21 | 40 | -159.4 | 19 | 05 | -2.7 | 226 |
| 9 | 12 | 37 | -2.2 | 133 | 16 | 24 | 26 | -152.3 | 20 | 15 | -3.1 | 228 |
| 10 | 13 | 21 | -1.6 | 129 | 17 | 23 | 29 | -141.0 | 21 | 33 | -3.3 | 233 |
| 11 | 13 | 53 | -1.1 | 122 | 18 | 17 | 44 | -128.8 | 22 | 52 | -3.3 | 240 |
| 12 | 14 | 16 | -0.9 | 115 | 19 | 07 | 20 | -118.3 | — | — | — | — |
| 13 | 14 | 35 | -0.7 | 107 | 19 | 53 | 09 | -110.4 | 0 | 09 | -3.1 | 248 |
| 14 | 14 | 51 | -0.6 | 98 | 20 | 36 | 20 | -105.5 | 1 | 23 | -3.0 | 257 |
| 15 | 15 | 06 | -0.6 | 89 | 21 | 18 | 05 | -103.5 | 2 | 35 | -3.0 | 266 |
| 16 | 15 | 20 | -0.6 | 81 | 21 | 59 | 28 | -104.0 | 3 | 45 | -2.9 | 275 |
| 17 | 15 | 35 | -0.7 | 73 | 22 | 41 | 28 | -106.7 | 4 | 54 | -2.9 | 284 |
| 18 | 15 | 53 | -0.8 | 65 | 23 | 24 | 51 | -111.1 | 6 | 03 | -2.9 | 292 |
| 19 | 16 | 14 | -1.0 | 58 | — | — | — | — | 7 | 12 | -2.9 | 299 |
| 20 | 16 | 40 | -1.2 | 52 | 0 | 10 | 11 | -116.3 | 8 | 21 | -2.8 | 306 |
| 21 | 17 | 13 | -1.6 | 48 | 0 | 57 | 38 | -121.4 | 9 | 27 | -2.7 | 310 |
| 22 | 17 | 56 | -2.0 | 47 | 1 | 46 | 57 | -125.3 | 10 | 27 | -2.3 | 313 |
| 23 | 18 | 49 | -2.4 | 47 | 2 | 37 | 28 | -126.9 | 11 | 18 | -1.9 | 313 |
| 24 | 19 | 51 | -2.8 | 50 | 3 | 28 | 12 | -126.1 | 12 | 00 | -1.6 | 311 |
| 25 | 21 | 00 | -3.0 | 55 | 4 | 18 | 15 | -123.4 | 12 | 33 | -1.2 | 307 |
| 26 | 22 | 12 | -3.1 | 62 | 5 | 07 | 01 | -120.0 | 12 | 59 | -1.0 | 300 |
| 27 | 23 | 27 | -3.1 | 70 | 5 | 54 | 25 | -116.8 | 13 | 20 | -0.8 | 293 |
| 28 | — | — | — | — | 6 | 40 | 50 | -115.3 | 13 | 38 | -0.7 | 285 |
| 29 | 0 | 43 | -3.2 | 80 | 7 | 27 | 01 | -116.3 | 13 | 55 | -0.7 | 275 |
| 30 | 2 | 01 | -3.3 | 89 | 8 | 14 | 05 | -120.2 | 14 | 12 | -0.7 | 266 |

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Закінчення табл. 6

| Дата | Схід | | | | Кульмінація | | | | Захід | | | |
|---------|------|----|------------------------------|-------------------------------|-------------|----|----|-----------------------------|-------|----|------------------------------|--------------------------------|
| | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{сх}$, град. | год | хв | с | годинна зміна v , с | год | хв | годинна зміна v , хв | азимут $A_{зах}$, град. |
| Грудень | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 22 | -3.5 | 100 | 9 | 03 | 18 | -127.4 | 14 | 30 | -0.8 | 256 |
| 2 | 4 | 48 | -3.7 | 110 | 9 | 55 | 59 | -137.8 | 14 | 51 | -1.0 | 246 |
| 3 | 6 | 17 | -3.8 | 120 | 10 | 53 | 12 | -149.9 | 15 | 19 | -1.3 | 237 |
| 4 | 7 | 48 | -3.7 | 128 | 11 | 55 | 11 | -160.7 | 15 | 56 | -1.8 | 230 |
| 5 | 9 | 12 | -3.3 | 133 | 13 | 00 | 40 | -165.8 | 16 | 46 | -2.4 | 227 |
| 6 | 10 | 23 | -2.6 | 134 | 14 | 06 | 49 | -162.7 | 17 | 53 | -3.1 | 227 |
| 7 | 11 | 15 | -1.8 | 131 | 15 | 10 | 19 | -152.4 | 19 | 11 | -3.4 | 231 |
| 8 | 11 | 53 | -1.3 | 125 | 16 | 08 | 56 | -138.7 | 20 | 33 | -3.4 | 237 |
| 9 | 12 | 20 | -1.0 | 118 | 17 | 02 | 03 | -125.6 | 21 | 54 | -3.3 | 245 |
| 10 | 12 | 41 | -0.8 | 109 | 17 | 50 | 21 | -115.2 | 23 | 11 | -3.1 | 254 |
| 11 | 12 | 58 | -0.7 | 101 | 18 | 35 | 02 | -108.0 | — | — | — | — |
| 12 | 13 | 13 | -0.6 | 92 | 19 | 17 | 27 | -104.2 | 0 | 24 | -3.0 | 263 |
| 13 | 13 | 28 | -0.6 | 83 | 19 | 58 | 51 | -103.3 | 1 | 35 | -2.9 | 272 |
| 14 | 13 | 43 | -0.6 | 75 | 20 | 40 | 23 | -105.0 | 2 | 44 | -2.9 | 281 |
| 15 | 13 | 59 | -0.7 | 67 | 21 | 23 | 01 | -108.9 | 3 | 53 | -2.9 | 290 |
| 16 | 14 | 19 | -0.9 | 60 | 22 | 07 | 28 | -114.1 | 5 | 02 | -2.9 | 297 |
| 17 | 14 | 43 | -1.1 | 54 | 22 | 54 | 07 | -119.7 | 6 | 11 | -2.9 | 304 |
| 18 | 15 | 14 | -1.5 | 50 | 23 | 42 | 56 | -124.5 | 7 | 18 | -2.7 | 309 |
| 19 | 15 | 54 | -1.9 | 47 | — | — | — | — | 8 | 20 | -2.5 | 312 |
| 20 | 16 | 44 | -2.3 | 47 | 0 | 33 | 20 | -127.2 | 9 | 15 | -2.1 | 313 |
| 21 | 17 | 43 | -2.6 | 49 | 1 | 24 | 20 | -127.1 | 10 | 00 | -1.7 | 312 |
| 22 | 18 | 50 | -2.9 | 54 | 2 | 14 | 49 | -124.5 | 10 | 35 | -1.3 | 308 |
| 23 | 20 | 01 | -3.0 | 60 | 3 | 03 | 56 | -120.4 | 11 | 03 | -1.1 | 302 |
| 24 | 21 | 14 | -3.1 | 68 | 3 | 51 | 20 | -116.1 | 11 | 25 | -0.8 | 295 |
| 25 | 22 | 28 | -3.1 | 76 | 4 | 37 | 01 | -113.0 | 11 | 44 | -0.7 | 287 |
| 26 | 23 | 42 | -3.1 | 86 | 5 | 22 | 05 | -111.9 | 12 | 01 | -0.7 | 279 |
| 27 | — | — | — | — | 6 | 07 | 03 | -113.7 | 12 | 17 | -0.7 | 270 |
| 28 | 0 | 59 | -3.3 | 95 | 6 | 53 | 18 | -118.7 | 12 | 33 | -0.7 | 260 |
| 29 | 2 | 19 | -3.4 | 105 | 7 | 42 | 10 | -127.4 | 12 | 52 | -0.9 | 251 |
| 30 | 3 | 44 | -3.6 | 115 | 8 | 35 | 04 | -139.0 | 13 | 15 | -1.1 | 242 |
| 31 | 5 | 11 | -3.7 | 124 | 9 | 32 | 57 | -152.0 | 13 | 46 | -1.5 | 234 |

Примітка. Азимуту відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Таблиця 7

**ПОПРАВКИ МОМЕНТІВ СХОДУ ТА ЗАХОДУ МІСЯЦЯ
(у хвиликах)**

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| Січень | | | | | | | | | | |
| 1 | +23 | -24 | +16 | -17 | +8 | -9 | 0 | 0 | -9 | +9 |
| 2 | +18 | -20 | +12 | -14 | +6 | -7 | 0 | 0 | -8 | +8 |
| 3 | +12 | -14 | +9 | -10 | +5 | -5 | 0 | 0 | -5 | +5 |
| 4 | +7 | -9 | +5 | -6 | +3 | -3 | 0 | 0 | -2 | +3 |
| 5 | 0 | -4 | 0 | -3 | 0 | -2 | 0 | 0 | -1 | +1 |
| 6 | — | +2 | — | +1 | — | 0 | — | 0 | — | -1 |
| 7 | -5 | +7 | -3 | +5 | -2 | +2 | 0 | 0 | +2 | -3 |
| 8 | -11 | +13 | -7 | +9 | -4 | +5 | 0 | 0 | +5 | -5 |
| 9 | -17 | +19 | -12 | +13 | -6 | +7 | 0 | 0 | +7 | -8 |
| 10 | -23 | +24 | -16 | +16 | -9 | +8 | 0 | 0 | +9 | -10 |
| 11 | -27 | +28 | -19 | +19 | -10 | +10 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 12 | -29 | +29 | -20 | +20 | -11 | +10 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 13 | -28 | +27 | -20 | +19 | -11 | +10 | 0 | 0 | +11 | -11 |
| 14 | -24 | +23 | -17 | +16 | -9 | +9 | 0 | 0 | +10 | -9 |
| 15 | -20 | +18 | -14 | +12 | -7 | +6 | 0 | 0 | +7 | -7 |
| 16 | -14 | +12 | -10 | +8 | -5 | +4 | 0 | 0 | +6 | -5 |
| 17 | -9 | +7 | -6 | +5 | -3 | +2 | 0 | 0 | +4 | -3 |
| 18 | -4 | +2 | -2 | +2 | -1 | +1 | 0 | 0 | +2 | 0 |
| 19 | +1 | -3 | +1 | -2 | +1 | -1 | 0 | 0 | 0 | +1 |
| 20 | +6 | — | +4 | — | +2 | — | 0 | — | -2 | — |
| 21 | +10 | -8 | +7 | -5 | +4 | -2 | 0 | 0 | -4 | +4 |
| 22 | +15 | -13 | +10 | -9 | +5 | -5 | 0 | 0 | -6 | +5 |
| 23 | +19 | -18 | +13 | -12 | +7 | -6 | 0 | 0 | -8 | +7 |
| 24 | +24 | -23 | +16 | -16 | +9 | -7 | 0 | 0 | -9 | +9 |
| 25 | +26 | -27 | +18 | -19 | +9 | -10 | 0 | 0 | -11 | +10 |
| 26 | +29 | -28 | +20 | -20 | +11 | -10 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| 27 | +28 | -28 | +19 | -20 | +10 | -10 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 28 | +25 | -26 | +17 | -18 | +9 | -10 | 0 | 0 | -10 | +10 |
| 29 | +19 | -21 | +13 | -15 | +7 | -8 | 0 | 0 | -8 | +9 |
| 30 | +14 | -16 | +10 | -11 | +5 | -6 | 0 | 0 | -6 | +6 |
| 31 | +8 | -10 | +5 | -7 | +3 | -3 | 0 | 0 | -4 | +4 |
| Лютий | | | | | | | | | | |
| 1 | +2 | -5 | +1 | -3 | 0 | -2 | 0 | 0 | -1 | +2 |
| 2 | -4 | +1 | -3 | +1 | -2 | +1 | 0 | 0 | +1 | 0 |

Продовження табл. 7

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| 3 | — | +6 | — | +4 | — | +2 | — | 0 | — | -2 |
| 4 | -9 | +12 | -6 | +8 | -3 | +5 | 0 | 0 | +4 | -4 |
| 5 | -16 | +18 | -11 | +12 | -6 | +7 | 0 | 0 | +6 | -7 |
| 6 | -22 | +23 | -15 | +16 | -8 | +8 | 0 | 0 | +9 | -9 |
| 7 | -26 | +27 | -18 | +19 | -9 | +10 | 0 | 0 | +11 | -11 |
| 8 | -29 | +29 | -20 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 9 | -29 | +28 | -20 | +20 | -11 | +10 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 10 | -26 | +25 | -18 | +18 | -9 | +9 | 0 | 0 | +11 | -10 |
| 11 | -21 | +20 | -15 | +14 | -8 | +7 | 0 | 0 | +9 | -8 |
| 12 | -16 | +15 | -11 | +10 | -6 | +5 | 0 | 0 | +7 | -6 |
| 13 | -11 | +9 | -8 | +6 | -4 | +3 | 0 | 0 | +4 | -4 |
| 14 | -6 | +4 | -4 | +3 | -2 | +1 | 0 | 0 | +3 | -1 |
| 15 | -2 | -1 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | +1 |
| 16 | +4 | -6 | +3 | -4 | +2 | -2 | 0 | 0 | -1 | +3 |
| 17 | +8 | -11 | +5 | -8 | +3 | -4 | 0 | 0 | -4 | +5 |
| 18 | +13 | — | +9 | — | +5 | — | 0 | — | -5 | — |
| 19 | +18 | -16 | +12 | -11 | +7 | -6 | 0 | 0 | -7 | +7 |
| 20 | +22 | -21 | +15 | -14 | +8 | -7 | 0 | 0 | -9 | +9 |
| 21 | +26 | -26 | +18 | -18 | +9 | -10 | 0 | 0 | -11 | +10 |
| 22 | +29 | -28 | +20 | -20 | +11 | -11 | 0 | 0 | -11 | +11 |
| 23 | +29 | -28 | +21 | -20 | +11 | -10 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| 24 | +26 | -28 | +18 | -19 | +10 | -10 | 0 | 0 | -11 | +11 |
| 25 | +23 | -24 | +16 | -16 | +9 | -9 | 0 | 0 | -9 | +9 |
| 26 | +17 | -18 | +11 | -12 | +6 | -6 | 0 | 0 | -7 | +8 |
| 27 | +11 | -13 | +8 | -9 | +4 | -5 | 0 | 0 | -4 | +5 |
| 28 | +5 | -7 | +3 | -5 | +2 | -2 | 0 | 0 | -2 | +3 |

Березень

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|
| 1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | +1 |
| 2 | -8 | +4 | -6 | +3 | -3 | +2 | 0 | 0 | +3 | -2 |
| 3 | -14 | +10 | -9 | +7 | -5 | +4 | 0 | 0 | +6 | -4 |
| 4 | — | +16 | — | +11 | — | +6 | — | 0 | — | -6 |
| 5 | -21 | +22 | -14 | +15 | -8 | +8 | 0 | 0 | +8 | -9 |
| 6 | -26 | +26 | -18 | +18 | -10 | +10 | 0 | 0 | +10 | -11 |
| 7 | -29 | +30 | -20 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 8 | -30 | +29 | -21 | +20 | -11 | +11 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 9 | -28 | +26 | -19 | +18 | -10 | +10 | 0 | 0 | +11 | -11 |
| 10 | -23 | +22 | -16 | +15 | -8 | +8 | 0 | 0 | +9 | -9 |
| 11 | -19 | +17 | -13 | +12 | -7 | +6 | 0 | 0 | +7 | -7 |
| 12 | -13 | +11 | -9 | +8 | -4 | +4 | 0 | 0 | +5 | -5 |

Продовження табл.7

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| 13 | -8 | +6 | -5 | +4 | -3 | +2 | 0 | 0 | +3 | -3 |
| 14 | -3 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | +1 | -1 |
| 15 | +2 | -5 | +2 | -3 | +1 | -2 | 0 | 0 | 0 | +1 |
| 16 | +7 | -10 | +5 | -7 | +2 | -4 | 0 | 0 | -2 | +4 |
| 17 | +11 | -14 | +8 | -10 | +4 | -5 | 0 | 0 | -4 | +6 |
| 18 | +16 | -19 | +11 | -13 | +6 | -7 | 0 | 0 | -6 | +8 |
| 19 | +21 | — | +15 | — | +8 | — | 0 | — | -8 | — |
| 20 | +25 | -24 | +17 | -17 | +9 | -9 | 0 | 0 | -10 | +10 |
| 21 | +28 | -27 | +19 | -19 | +10 | -10 | 0 | 0 | -12 | +11 |
| 22 | +29 | -30 | +20 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 23 | +29 | -29 | +20 | -20 | +11 | -11 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| 24 | +25 | -26 | +17 | -18 | +9 | -10 | 0 | 0 | -10 | +10 |
| 25 | +20 | -22 | +14 | -15 | +7 | -8 | 0 | 0 | -8 | +8 |
| 26 | +14 | -16 | +10 | -11 | +6 | -5 | 0 | 0 | -5 | +7 |
| 27 | +8 | -10 | +6 | -6 | +3 | -3 | 0 | 0 | -3 | +4 |
| 28 | +2 | -4 | +1 | -3 | +1 | -1 | 0 | 0 | 0 | +2 |
| 29 | -5 | +2 | -4 | +1 | -2 | +2 | 0 | 0 | +2 | -1 |
| 30 | -12 | +8 | -9 | +6 | -5 | +3 | 0 | 0 | +4 | -3 |
| 31 | -18 | +14 | -13 | +10 | -7 | +5 | 0 | 0 | +7 | -5 |

Квітень

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|
| 1 | -24 | +20 | -17 | +14 | -9 | +7 | 0 | 0 | +10 | -8 |
| 2 | — | +25 | — | +17 | — | +9 | — | 0 | — | -11 |
| 3 | -28 | +29 | -20 | +20 | -10 | +10 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 4 | -31 | +30 | -21 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +12 | -13 |
| 5 | -29 | +28 | -20 | +20 | -11 | +10 | 0 | 0 | +12 | -11 |
| 6 | -25 | +24 | -17 | +17 | -9 | +9 | 0 | 0 | +10 | -9 |
| 7 | -20 | +19 | -13 | +13 | -7 | +7 | 0 | 0 | +8 | -7 |
| 8 | -15 | +13 | -10 | +9 | -5 | +4 | 0 | 0 | +6 | -5 |
| 9 | -10 | +7 | -6 | +5 | -3 | +2 | 0 | 0 | +4 | -4 |
| 10 | -5 | +3 | -3 | +2 | -2 | +1 | 0 | 0 | +2 | -1 |
| 11 | 0 | -2 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | +1 |
| 12 | +4 | -7 | +3 | -5 | +1 | -2 | 0 | 0 | -2 | +4 |
| 13 | +9 | -13 | +6 | -9 | +3 | -5 | 0 | 0 | -4 | +5 |
| 14 | +14 | -18 | +10 | -13 | +5 | -7 | 0 | 0 | -6 | +7 |
| 15 | +19 | -23 | +13 | -16 | +7 | -8 | 0 | 0 | -8 | +9 |
| 16 | +24 | -27 | +16 | -19 | +9 | -10 | 0 | 0 | -10 | +11 |
| 17 | +28 | — | +19 | — | +10 | — | 0 | — | -11 | — |
| 18 | +29 | -30 | +20 | -21 | +10 | -11 | 0 | 0 | -13 | +12 |

Продовження табл. 7

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| 19 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 20 | +27 | -28 | +19 | -20 | +10 | -11 | 0 | 0 | -11 | +11 |
| 21 | +23 | -24 | +16 | -17 | +8 | -9 | 0 | 0 | -9 | +9 |
| 22 | +17 | -18 | +12 | -12 | +6 | -6 | 0 | 0 | -7 | +8 |
| 23 | +11 | -13 | +8 | -9 | +4 | -4 | 0 | 0 | -5 | +6 |
| 24 | +5 | -7 | +3 | -5 | +2 | -2 | 0 | 0 | -2 | +3 |
| 25 | -1 | -2 | -1 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 | +1 | 0 |
| 26 | -8 | +5 | -6 | +3 | -3 | +2 | 0 | 0 | +3 | -1 |
| 27 | -15 | +10 | -10 | +7 | -5 | +3 | 0 | 0 | +6 | -5 |
| 28 | -21 | +17 | -15 | +12 | -7 | +6 | 0 | 0 | +9 | -7 |
| 29 | -27 | +23 | -19 | +16 | -10 | +8 | 0 | 0 | +11 | -10 |
| 30 | -30 | +28 | -21 | +20 | -11 | +10 | 0 | 0 | +12 | -12 |

Травень

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|
| 1 | — | +31 | — | +22 | — | +12 | — | 0 | — | -12 |
| 2 | -30 | +29 | -21 | +20 | -11 | +10 | 0 | 0 | +12 | -13 |
| 3 | -27 | +26 | -19 | +18 | -10 | +10 | 0 | 0 | +11 | -10 |
| 4 | -22 | +20 | -16 | +14 | -8 | +7 | 0 | 0 | +8 | -9 |
| 5 | -17 | +15 | -12 | +10 | -6 | +5 | 0 | 0 | +7 | -6 |
| 6 | -11 | +10 | -8 | +7 | -4 | +4 | 0 | 0 | +5 | -4 |
| 7 | -6 | +5 | -4 | +3 | -2 | +2 | 0 | 0 | +3 | -1 |
| 8 | -2 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | +3 | -6 | +2 | -4 | +1 | -2 | 0 | 0 | -2 | +2 |
| 10 | +8 | -11 | +5 | -7 | +3 | -4 | 0 | 0 | -3 | +5 |
| 11 | +13 | -16 | +9 | -11 | +4 | -6 | 0 | 0 | -5 | +6 |
| 12 | +17 | -22 | +12 | -15 | +6 | -8 | 0 | 0 | -7 | +8 |
| 13 | +22 | -26 | +15 | -18 | +8 | -9 | 0 | 0 | -9 | +10 |
| 14 | +27 | -29 | +19 | -20 | +10 | -11 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| 15 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 16 | +30 | — | +21 | — | +11 | — | 0 | — | -12 | — |
| 17 | +28 | -29 | +19 | -20 | +10 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 18 | +25 | -25 | +17 | -19 | +9 | -9 | 0 | 0 | -10 | +10 |
| 19 | +20 | -20 | +14 | -14 | +7 | -7 | 0 | 0 | -7 | +9 |
| 20 | +14 | -15 | +9 | -11 | +5 | -5 | 0 | 0 | -6 | +6 |
| 21 | +8 | -10 | +6 | -7 | +3 | -3 | 0 | 0 | -3 | +4 |
| 22 | +2 | -4 | +1 | -3 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 | +2 |
| 23 | -5 | +1 | -3 | +1 | -2 | 0 | 0 | 0 | +2 | -1 |
| 24 | -11 | +8 | -7 | +5 | -4 | +3 | 0 | 0 | +5 | -3 |
| 25 | -18 | +13 | -13 | +9 | -7 | +5 | 0 | 0 | +7 | -6 |
| 26 | -25 | +20 | -17 | +14 | -9 | +8 | 0 | 0 | +10 | -8 |

Продовження табл. 7

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| 27 | -30 | +25 | -21 | +18 | -11 | +9 | 0 | 0 | +12 | -11 |
| 28 | -30 | +30 | -21 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +13 | -12 |
| 29 | -29 | +30 | -20 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +12 | -13 |
| 30 | — | +28 | — | +20 | — | +10 | — | 0 | — | -11 |
| 31 | -24 | +22 | -17 | +16 | -9 | +8 | 0 | 0 | +9 | -10 |

Червень

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|
| 1 | -19 | +17 | -13 | +12 | -7 | +6 | 0 | 0 | +8 | -7 |
| 2 | -13 | +11 | -9 | +8 | -4 | +4 | 0 | 0 | +6 | -5 |
| 3 | -8 | +6 | -6 | +4 | -3 | +2 | 0 | 0 | +3 | -2 |
| 4 | -4 | 0 | -3 | 0 | -2 | 0 | 0 | 0 | +1 | -1 |
| 5 | +1 | -4 | +1 | -3 | 0 | -2 | 0 | 0 | -1 | +2 |
| 6 | +6 | -10 | +4 | -7 | +2 | -4 | 0 | 0 | -3 | +4 |
| 7 | +11 | -14 | +8 | -10 | +4 | -5 | 0 | 0 | -5 | +6 |
| 8 | +17 | -20 | +12 | -14 | +6 | -7 | 0 | 0 | -6 | +8 |
| 9 | +21 | -24 | +14 | -17 | +7 | -9 | 0 | 0 | -8 | +10 |
| 10 | +25 | -28 | +18 | -20 | +9 | -11 | 0 | 0 | -10 | +11 |
| 11 | +29 | -29 | +20 | -20 | +11 | -11 | 0 | 0 | -11 | +13 |
| 12 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 13 | +29 | -27 | +20 | -19 | +11 | -10 | 0 | 0 | -12 | +11 |
| 14 | +26 | -22 | +18 | -15 | +10 | -8 | 0 | 0 | -10 | +9 |
| 15 | +22 | -17 | +15 | -12 | +8 | -6 | 0 | 0 | -8 | +7 |
| 16 | +16 | — | +11 | — | +6 | — | 0 | — | -6 | — |
| 17 | +10 | -12 | +7 | -8 | +4 | -4 | 0 | 0 | -4 | +4 |
| 18 | +4 | -7 | +3 | -5 | +2 | -3 | 0 | 0 | -1 | +2 |
| 19 | -2 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 | +1 | 0 |
| 20 | -8 | +5 | -5 | +3 | -3 | +1 | 0 | 0 | +4 | -2 |
| 21 | -15 | +11 | -11 | +7 | -6 | +4 | 0 | 0 | +5 | -4 |
| 22 | -21 | +17 | -15 | +12 | -8 | +6 | 0 | 0 | +9 | -7 |
| 23 | -27 | +23 | -19 | +16 | -10 | +8 | 0 | 0 | +11 | -10 |
| 24 | -30 | +28 | -21 | +19 | -11 | +10 | 0 | 0 | +13 | -12 |
| 25 | -30 | +31 | -21 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +12 | -13 |
| 26 | -27 | +29 | -19 | +20 | -10 | +11 | 0 | 0 | +10 | -13 |
| 27 | -21 | +26 | -14 | +18 | -7 | +10 | 0 | 0 | +9 | -10 |
| 28 | -16 | +20 | -11 | +14 | -5 | +8 | 0 | 0 | +6 | -8 |
| 29 | -10 | +14 | -7 | +10 | -3 | +5 | 0 | 0 | +4 | -5 |
| 30 | -5 | +8 | -4 | +5 | -2 | +3 | 0 | 0 | +2 | -4 |

Продовження табл. 7

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |

Липень

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|
| 1 | — | +2 | — | +1 | — | +1 | — | 0 | — | -1 |
| 2 | 0 | -2 | 0 | -2 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | +1 |
| 3 | +5 | -8 | +3 | -6 | +2 | -3 | 0 | 0 | -2 | +3 |
| 4 | +10 | -13 | +7 | -9 | +3 | -4 | 0 | 0 | -4 | +5 |
| 5 | +14 | -18 | +10 | -13 | +5 | -7 | 0 | 0 | -6 | +7 |
| 6 | +19 | -22 | +13 | -15 | +7 | -8 | 0 | 0 | -8 | +10 |
| 7 | +24 | -27 | +16 | -19 | +8 | -10 | 0 | 0 | -10 | +11 |
| 8 | +28 | -30 | +19 | -21 | +10 | -11 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| 9 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +13 |
| 10 | +29 | -28 | +20 | -20 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +11 |
| 11 | +27 | -24 | +19 | -17 | +10 | -9 | 0 | 0 | -11 | +9 |
| 12 | +22 | -19 | +16 | -13 | +8 | -7 | 0 | 0 | -9 | +7 |
| 13 | +17 | -14 | +12 | -10 | +6 | -5 | 0 | 0 | -7 | +5 |
| 14 | +11 | -8 | +8 | -5 | +4 | -3 | 0 | 0 | -5 | +3 |
| 15 | +6 | -3 | +4 | -2 | +2 | -1 | 0 | 0 | -2 | +1 |
| 16 | -1 | +3 | 0 | +2 | 0 | +1 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| 17 | -7 | +9 | -5 | +6 | -3 | +3 | 0 | 0 | +2 | -3 |
| 18 | -12 | +14 | -9 | +10 | -4 | +5 | 0 | 0 | +5 | -6 |
| 19 | -19 | — | -13 | — | -7 | — | 0 | — | +8 | — |
| 20 | -25 | +21 | -18 | +15 | -10 | +8 | 0 | 0 | +10 | -8 |
| 21 | -30 | +26 | -21 | +18 | -11 | +9 | 0 | 0 | +12 | -11 |
| 22 | -31 | +30 | -21 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +13 | -12 |
| 23 | -29 | +30 | -20 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +11 | -13 |
| 24 | -24 | +28 | -17 | +20 | -9 | +11 | 0 | 0 | +10 | -11 |
| 25 | -18 | +23 | -13 | +16 | -7 | +9 | 0 | 0 | +7 | -9 |
| 26 | -13 | +16 | -9 | +11 | -5 | +6 | 0 | 0 | +5 | -7 |
| 27 | -7 | +10 | -5 | +7 | -2 | +3 | 0 | 0 | +3 | -5 |
| 28 | -2 | +4 | -2 | +3 | -1 | +1 | 0 | 0 | +1 | -2 |
| 29 | +3 | -1 | +2 | -1 | +1 | -1 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| 30 | +8 | -6 | +5 | -4 | +3 | -2 | 0 | 0 | -3 | +2 |
| 31 | +13 | -11 | +9 | -8 | +4 | -4 | 0 | 0 | -5 | +4 |

Серпень

| | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|
| 1 | +18 | -16 | +13 | -11 | +7 | -6 | 0 | 0 | -7 | +6 |
| 2 | +23 | -21 | +16 | -15 | +9 | -8 | 0 | 0 | -9 | +8 |
| 3 | — | -26 | — | -18 | — | -10 | — | 0 | — | +10 |
| 4 | +26 | -29 | +18 | -20 | +9 | -11 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| 5 | +29 | -31 | +21 | -22 | +11 | -12 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 6 | +30 | -28 | +21 | -20 | +11 | -10 | 0 | 0 | -12 | +12 |

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|----------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| 7 | +28 | -25 | +19 | -18 | +10 | -9 | 0 | 0 | -12 | +10 |
| 8 | +24 | -21 | +17 | -15 | +9 | -8 | 0 | 0 | -10 | +8 |
| 9 | +19 | -21 | +13 | -10 | +7 | -5 | 0 | 0 | -8 | +6 |
| 10 | +13 | -10 | +9 | -7 | +4 | -4 | 0 | 0 | -6 | +3 |
| 11 | +8 | -4 | +5 | -3 | +3 | -1 | 0 | 0 | -3 | +2 |
| 12 | +2 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| 13 | -4 | +7 | -3 | +5 | -1 | +2 | 0 | 0 | +2 | -3 |
| 14 | -11 | +13 | -8 | +9 | -4 | +4 | 0 | 0 | +4 | -5 |
| 15 | -17 | +19 | -12 | +13 | -6 | +7 | 0 | 0 | +7 | -7 |
| 16 | -23 | +25 | -16 | +17 | -9 | +9 | 0 | 0 | +9 | -10 |
| 17 | -28 | +29 | -20 | +20 | -10 | +11 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 18 | -31 | — | -22 | — | -12 | — | 0 | — | +13 | — |
| 19 | -29 | +30 | -20 | +21 | -10 | +11 | 0 | 0 | +13 | -13 |
| 20 | -26 | +29 | -18 | +20 | -9 | +10 | 0 | 0 | +11 | -12 |
| 21 | -21 | +25 | -14 | +17 | -7 | +9 | 0 | 0 | +9 | -11 |
| 22 | -15 | +19 | -10 | +13 | -5 | +7 | 0 | 0 | +6 | -8 |
| 23 | -10 | +13 | -7 | +9 | -4 | +4 | 0 | 0 | +3 | -6 |
| 24 | -4 | +7 | -3 | +5 | -2 | +2 | 0 | 0 | +1 | -3 |
| 25 | +1 | +2 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| 26 | +6 | -4 | +4 | -3 | +2 | -2 | 0 | 0 | -2 | +1 |
| 27 | +11 | -9 | +8 | -6 | +4 | -3 | 0 | 0 | -4 | +4 |
| 28 | +16 | -14 | +11 | -10 | +5 | -5 | 0 | 0 | -7 | +6 |
| 29 | +20 | -20 | +14 | -14 | +7 | -7 | 0 | 0 | -9 | +8 |
| 30 | +25 | -24 | +18 | -17 | +9 | -8 | 0 | 0 | -10 | +10 |
| 31 | +29 | -28 | +20 | -19 | +11 | -10 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| Вересень | | | | | | | | | | |
| 1 | +30 | -31 | +21 | -22 | +11 | -12 | 0 | 0 | -13 | +12 |
| 2 | — | -30 | — | -21 | — | -11 | — | 0 | — | +12 |
| 3 | +29 | -27 | +21 | -19 | +11 | -10 | 0 | 0 | -12 | +11 |
| 4 | +27 | -23 | +19 | -16 | +10 | -8 | 0 | 0 | -11 | +9 |
| 5 | +21 | -18 | +15 | -12 | +7 | -7 | 0 | 0 | -9 | +7 |
| 6 | +16 | -12 | +11 | -8 | +6 | -4 | 0 | 0 | -6 | +4 |
| 7 | +10 | -6 | +7 | -4 | +4 | -2 | 0 | 0 | -4 | +2 |
| 8 | +3 | -1 | +2 | -1 | +1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| 9 | -3 | +5 | -2 | +3 | -1 | +2 | 0 | 0 | +1 | -2 |
| 10 | -9 | +12 | -7 | +8 | -4 | +4 | 0 | 0 | +3 | -4 |
| 11 | -15 | +18 | -11 | +12 | -6 | +6 | 0 | 0 | +6 | -7 |
| 12 | -22 | +23 | -15 | +16 | -8 | +9 | 0 | 0 | +9 | -9 |
| 13 | -27 | +28 | -19 | +20 | -10 | +10 | 0 | 0 | +11 | -12 |
| 14 | -31 | +31 | -21 | +22 | -11 | +11 | 0 | 0 | +13 | -13 |

Продовження табл. 7

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|---------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| 15 | -31 | +31 | -22 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +13 | -13 |
| 16 | -28 | — | -20 | — | -10 | — | 0 | — | +11 | — |
| 17 | -23 | +27 | -16 | +19 | -8 | +10 | 0 | 0 | +10 | -11 |
| 18 | -17 | +22 | -12 | +15 | -6 | +8 | 0 | 0 | +7 | -8 |
| 19 | -12 | +15 | -8 | +11 | -4 | +5 | 0 | 0 | +5 | -6 |
| 20 | -7 | +10 | -5 | +7 | -3 | +4 | 0 | 0 | +2 | -4 |
| 21 | -2 | +4 | -1 | +3 | -1 | +1 | 0 | 0 | 0 | -2 |
| 22 | +4 | -2 | +2 | -1 | +1 | -1 | 0 | 0 | -2 | 0 |
| 23 | +9 | -7 | +7 | -5 | +4 | -2 | 0 | 0 | -3 | +3 |
| 24 | +14 | -13 | +9 | -9 | +5 | -5 | 0 | 0 | -6 | +5 |
| 25 | +19 | -17 | +13 | -12 | +7 | -6 | 0 | 0 | -8 | +7 |
| 26 | +24 | -23 | +16 | -16 | +8 | -8 | 0 | 0 | -10 | +9 |
| 27 | +28 | -27 | +20 | -19 | +10 | -10 | 0 | 0 | -11 | +11 |
| 28 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -13 | +12 |
| 29 | +30 | -31 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -13 | +13 |
| 30 | +29 | -29 | +20 | -20 | +11 | -10 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| Жовтень | | | | | | | | | | |
| 1 | — | -25 | — | -17 | — | -9 | — | 0 | — | +11 |
| 2 | +24 | -20 | +17 | -14 | +9 | -7 | 0 | 0 | -9 | +8 |
| 3 | +18 | -14 | +13 | -10 | +7 | -5 | 0 | 0 | -8 | +6 |
| 4 | +13 | -8 | +9 | -6 | +5 | -3 | 0 | 0 | -5 | +4 |
| 5 | +7 | -4 | +5 | -3 | +3 | -2 | 0 | 0 | -2 | +1 |
| 6 | 0 | +3 | 0 | +2 | 0 | +1 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| 7 | -7 | +9 | -5 | +6 | -3 | +3 | 0 | 0 | +2 | -3 |
| 8 | -13 | +15 | -9 | +10 | -4 | +5 | 0 | 0 | +6 | -6 |
| 9 | -20 | +21 | -14 | +15 | -8 | +8 | 0 | 0 | +8 | -9 |
| 10 | -26 | +27 | -19 | +19 | -10 | +10 | 0 | 0 | +10 | -11 |
| 11 | -30 | +31 | -21 | +22 | -11 | +11 | 0 | 0 | +13 | -13 |
| 12 | -31 | +31 | -22 | +22 | -11 | +11 | 0 | 0 | +13 | -13 |
| 13 | -29 | +29 | -20 | +20 | -11 | +10 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 14 | -25 | +23 | -18 | +16 | -9 | +8 | 0 | 0 | +10 | -10 |
| 15 | -19 | — | -13 | — | -7 | — | 0 | — | +8 | — |
| 16 | -14 | +17 | -10 | +12 | -5 | +6 | 0 | 0 | +5 | -7 |
| 17 | -8 | +12 | -6 | +8 | -3 | +4 | 0 | 0 | +3 | -5 |
| 18 | -3 | +6 | -3 | +5 | -2 | +3 | 0 | 0 | +1 | -2 |
| 19 | +2 | 0 | +2 | 0 | +1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | +8 | -5 | +5 | -3 | +3 | -2 | 0 | 0 | -2 | +2 |
| 21 | +12 | -11 | +8 | -7 | +4 | -4 | 0 | 0 | -5 | +4 |
| 22 | +18 | -16 | +12 | -11 | +6 | -6 | 0 | 0 | -7 | +6 |
| 23 | +22 | -21 | +15 | -15 | +8 | -8 | 0 | 0 | -9 | +8 |

Продовження табл. 7

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|----------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| 24 | +27 | -26 | +19 | -18 | +10 | -10 | 0 | 0 | -11 | +10 |
| 25 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 26 | +32 | -31 | +22 | -22 | +12 | -12 | 0 | 0 | -13 | +13 |
| 27 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +13 |
| 28 | +26 | -27 | +18 | -19 | +9 | -10 | 0 | 0 | -11 | +11 |
| 29 | +21 | -23 | +14 | -16 | +7 | -9 | 0 | 0 | -9 | +9 |
| 30 | — | -17 | — | -12 | — | -6 | — | 0 | — | +7 |
| 31 | +16 | -13 | +11 | -8 | +6 | -5 | 0 | 0 | -6 | +4 |
| Листопад | | | | | | | | | | |
| 1 | +9 | -6 | +6 | -4 | +3 | -2 | 0 | 0 | -4 | +2 |
| 2 | +4 | 0 | +3 | 0 | +2 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| 3 | -3 | +6 | -2 | +4 | -1 | +2 | 0 | 0 | +1 | -2 |
| 4 | -10 | +12 | -7 | +9 | -3 | +5 | 0 | 0 | +4 | -5 |
| 5 | -17 | +18 | -12 | +13 | -6 | +6 | 0 | 0 | +6 | -8 |
| 6 | -24 | +25 | -16 | +18 | -9 | +9 | 0 | 0 | +10 | -10 |
| 7 | -30 | +30 | -21 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 8 | -32 | +32 | -22 | +22 | -11 | +12 | 0 | 0 | +14 | -13 |
| 9 | -31 | +30 | -21 | +21 | -11 | +11 | 0 | 0 | +13 | -13 |
| 10 | -27 | +25 | -19 | +17 | -10 | +9 | 0 | 0 | +11 | -11 |
| 11 | -22 | +20 | -15 | +14 | -8 | +7 | 0 | 0 | +8 | -8 |
| 12 | -15 | — | -11 | — | -5 | — | 0 | — | +6 | — |
| 13 | -10 | +14 | -7 | +10 | -4 | +5 | 0 | 0 | +4 | -5 |
| 14 | -5 | +8 | -3 | +6 | -2 | +3 | 0 | 0 | +2 | -3 |
| 15 | 0 | +2 | 0 | +1 | 0 | +1 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 16 | +5 | -4 | +4 | -3 | +2 | -2 | 0 | 0 | -2 | +1 |
| 17 | +11 | -9 | +8 | -6 | +4 | -3 | 0 | 0 | -4 | +3 |
| 18 | +15 | -14 | +11 | -10 | +5 | -5 | 0 | 0 | -6 | +5 |
| 19 | +20 | -19 | +14 | -13 | +7 | -7 | 0 | 0 | -9 | +8 |
| 20 | +25 | -24 | +18 | -17 | +9 | -9 | 0 | 0 | -10 | +10 |
| 21 | +30 | -29 | +21 | -20 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 22 | +31 | -31 | +22 | -22 | +12 | -12 | 0 | 0 | -13 | +13 |
| 23 | +31 | -31 | +22 | -22 | +11 | -11 | 0 | 0 | -13 | +13 |
| 24 | +28 | -29 | +20 | -20 | +10 | -11 | 0 | 0 | -11 | +12 |
| 25 | +23 | -25 | +16 | -17 | +8 | -9 | 0 | 0 | -10 | +10 |
| 26 | +18 | -20 | +13 | -14 | +7 | -7 | 0 | 0 | -7 | +8 |
| 27 | +12 | -14 | +8 | -10 | +4 | -5 | 0 | 0 | -5 | +6 |
| 28 | — | -8 | — | -6 | — | -3 | — | 0 | — | +4 |
| 29 | +6 | -3 | +4 | -2 | +2 | -1 | 0 | 0 | -3 | +1 |
| 30 | 0 | +2 | 0 | +2 | 0 | +1 | 0 | 0 | 0 | -1 |

| Дата | Географічна широта | | | | | | | | | |
|---------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 44° | | 46° | | 48° | | 50° | | 52° | |
| | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід | схід | захід |
| Грудень | | | | | | | | | | |
| 1 | -6 | +9 | -4 | +6 | -2 | +3 | 0 | 0 | +3 | -3 |
| 2 | -13 | +15 | -9 | +11 | -5 | +6 | 0 | 0 | +5 | -6 |
| 3 | -20 | +21 | -14 | +15 | -7 | +7 | 0 | 0 | +8 | -9 |
| 4 | -27 | +27 | -19 | +19 | -10 | +10 | 0 | 0 | +10 | -12 |
| 5 | -31 | +32 | -22 | +22 | -11 | +12 | 0 | 0 | +13 | -13 |
| 6 | -32 | +31 | -23 | +22 | -12 | +11 | 0 | 0 | +13 | -14 |
| 7 | -28 | +28 | -20 | +19 | -10 | +10 | 0 | 0 | +12 | -12 |
| 8 | -23 | +22 | -16 | +15 | -8 | +8 | 0 | 0 | +10 | -9 |
| 9 | -17 | +16 | -12 | +11 | -6 | +6 | 0 | 0 | +7 | -6 |
| 10 | -12 | +10 | -8 | +7 | -4 | +4 | 0 | 0 | +5 | -4 |
| 11 | -6 | — | -4 | — | -2 | — | 0 | — | +3 | — |
| 12 | -1 | +5 | 0 | +3 | 0 | +2 | 0 | 0 | +1 | -1 |
| 13 | +4 | -1 | +3 | -1 | +1 | 0 | 0 | 0 | -2 | +1 |
| 14 | +9 | -6 | +6 | -4 | +3 | -2 | 0 | 0 | -4 | +3 |
| 15 | +14 | -12 | +10 | -8 | +5 | -4 | 0 | 0 | -5 | +5 |
| 16 | +19 | -17 | +13 | -12 | +7 | -6 | 0 | 0 | -8 | +7 |
| 17 | +24 | -23 | +17 | -16 | +9 | -8 | 0 | 0 | -10 | +9 |
| 18 | +28 | -27 | +19 | -19 | +10 | -10 | 0 | 0 | -12 | +11 |
| 19 | +30 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -13 | +13 |
| 20 | +31 | -32 | +21 | -22 | +11 | -12 | 0 | 0 | -13 | +13 |
| 21 | +29 | -30 | +21 | -21 | +11 | -11 | 0 | 0 | -12 | +12 |
| 22 | +25 | -26 | +18 | -18 | +9 | -9 | 0 | 0 | -10 | +11 |
| 23 | +20 | -21 | +14 | -15 | +7 | -8 | 0 | 0 | -8 | +8 |
| 24 | +14 | -16 | +10 | -11 | +5 | -5 | 0 | 0 | -6 | +7 |
| 25 | +8 | -11 | +5 | -7 | +3 | -4 | 0 | 0 | -4 | +4 |
| 26 | +3 | -6 | +2 | -4 | +1 | -2 | 0 | 0 | -1 | +2 |
| 27 | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | -1 |
| 28 | -3 | +6 | -2 | +4 | -1 | +2 | 0 | 0 | +2 | -2 |
| 29 | -9 | +12 | -6 | +8 | -3 | +4 | 0 | 0 | +4 | -5 |
| 30 | -17 | +18 | -12 | +13 | -6 | +7 | 0 | 0 | +6 | -7 |
| 31 | -23 | +24 | -16 | +17 | -8 | +8 | 0 | 0 | +10 | -10 |

Таблиця 8

ФАЗИ МІСЯЦЯ
(за всесвітнім часом)

| Остання чверть | | | Новий Місяць | | | Перша чверть | | | Повний Місяць | | |
|----------------|-----|----|--------------|-----|----|--------------|-----|----|---------------|-----|----|
| дата | год | хв | дата | год | хв | дата | год | хв | дата | год | хв |
| I.06 | 9 | 38 | I.13 | 5 | 02 | I.20 | 21 | 03 | I.28 | 19 | 18 |
| II.04 | 17 | 38 | II.11 | 19 | 08 | II.19 | 18 | 49 | II.27 | 8 | 19 |
| III.06 | 1 | 32 | III.13 | 10 | 23 | III.21 | 14 | 41 | III.28 | 18 | 50 |
| IV.04 | 10 | 04 | IV.12 | 2 | 32 | IV.20 | 7 | 00 | IV.27 | 3 | 33 |
| V.03 | 19 | 51 | V.11 | 19 | 01 | V.19 | 19 | 13 | V.26 | 11 | 14 |
| VI.02 | 7 | 26 | VI.10 | 10 | 54 | VI.18 | 3 | 54 | VI.24 | 18 | 40 |
| VII.01 | 21 | 12 | VII.10 | 1 | 17 | VII.17 | 10 | 11 | VII.24 | 2 | 37 |
| VIII.31 | 13 | 18 | VIII.08 | 13 | 50 | VIII.15 | 15 | 21 | VIII.22 | 12 | 02 |
| IX.30 | 7 | 15 | IX.07 | 0 | 52 | IX.13 | 20 | 41 | IX.20 | 23 | 54 |
| X.29 | 1 | 58 | X.06 | 11 | 05 | X.13 | 3 | 27 | X.20 | 14 | 57 |
| XI.28 | 20 | 06 | XI.04 | 21 | 15 | XI.11 | 12 | 48 | XI.19 | 8 | 59 |
| XII.27 | 12 | 29 | XII.04 | 7 | 44 | XII.11 | 1 | 37 | XII.19 | 4 | 37 |
| XII.27 | 2 | 26 | | | | | | | | | |

Таблиця 9

ПРОХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ ЧЕРЕЗ ПЕРИГЕЙ І АПОГЕЙ
(за всесвітнім часом)

| Перигей | | | | | Апогей | | | | |
|---------|------|---------------------------|----|---------------------------|---------|------|---------------------------|----|---------------------------|
| дата | год | діаметр видимого диска | | відстань від Землі, км | дата | год | діаметр видимого диска | | відстань від Землі, км |
| | | ' | " | | | | ' | " | |
| I.09 | 15.7 | 32 | 32 | 367389 | I.21 | 13.2 | 29 | 33 | 404360 |
| II.03 | 19.6 | 32 | 17 | 370126 | II.18 | 10.4 | 29 | 33 | 404465 |
| III.02 | 5.3 | 32 | 42 | 365421 | III.18 | 5.1 | 29 | 29 | 405252 |
| III.30 | 6.2 | 33 | 10 | 360310 | IV.14 | 17.8 | 29 | 25 | 406119 |
| IV.27 | 15.4 | 33 | 26 | 357378 | V.11 | 21.9 | 29 | 24 | 406511 |
| V.26 | 1.9 | 33 | 27 | 357309 | VI.08 | 2.5 | 29 | 25 | 406228 |
| VI.23 | 10.0 | 33 | 12 | 359959 | VII.05 | 14.8 | 29 | 29 | 405341 |
| VII.21 | 10.5 | 32 | 47 | 364519 | VIII.02 | 7.6 | 29 | 33 | 404410 |
| VIII.17 | 9.4 | 32 | 22 | 369126 | VIII.30 | 2.4 | 29 | 34 | 404098 |
| IX.11 | 10.1 | 32 | 26 | 368463 | IX.26 | 21.7 | 29 | 32 | 404639 |
| X.08 | 17.5 | 32 | 53 | 363387 | X.24 | 15.5 | 29 | 28 | 405614 |
| XI.05 | 22.4 | 33 | 18 | 358844 | XI.21 | 2.4 | 29 | 25 | 406275 |
| XII.04 | 10.0 | 33 | 29 | 356793 | XII.18 | 2.3 | 29 | 25 | 406321 |

Таблиця 10

**ПРОХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ ЧЕРЕЗ ВУЗЛИ СВОЄЇ ОРБИТИ
(за всесвітнім часом)**

| Низхідний вузол | | | Висхідний вузол | | |
|-----------------|-----|----|-----------------|-----|----|
| дата | год | хв | дата | год | хв |
| I.10 | 20 | 14 | I.24 | 21 | 47 |
| II.07 | 0 | 29 | II.21 | 1 | 44 |
| III.06 | 0 | 56 | III.20 | 3 | 31 |
| IV.02 | 2 | 41 | IV.16 | 5 | 53 |
| IV.29 | 9 | 17 | V.13 | 10 | 29 |
| V.26 | 19 | 38 | VI.09 | 16 | 42 |
| VI.23 | 6 | 07 | VII.06 | 22 | 41 |
| VII.20 | 13 | 22 | VIII.03 | 2 | 51 |
| VIII.16 | 16 | 04 | VIII.30 | 5 | 13 |
| IX.12 | 16 | 35 | IX.26 | 7 | 33 |
| X.09 | 19 | 35 | X.23 | 11 | 47 |
| XI.06 | 3 | 38 | XI.19 | 17 | 59 |
| XII.03 | 14 | 58 | XII.17 | 0 | 12 |
| XII.31 | 1 | 07 | | | |

Таблиця 11

**МОМЕНТИ ВХОДЖЕННЯ СОНЦЯ В СУЗІР'Я
(за всесвітнім часом)**

| Дата | Год | Сузір'я | |
|----------|-----|---------|-----------|
| Січень | 19 | 20 | Козорога |
| Лютий | 16 | 6 | Водолія |
| Березень | 12 | 7 | Риб |
| Квітень | 18 | 20 | Овна |
| Травень | 14 | 7 | Тельця |
| Червень | 21 | 15 | Близнят |
| Липень | 20 | 19 | Рака |
| Серпень | 10 | 19 | Лева |
| Вересень | 16 | 20 | Діви |
| Жовтень | 31 | 8 | Терезів |
| Листопад | 23 | 11 | Скорпіона |
| Листопад | 29 | 23 | Змієноця |
| Грудень | 18 | 7 | Стрільця |

Таблиця 12

**МОМЕНТИ ВХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ В СУЗІР'Я
(за всесвітнім часом)**

| Дата | Год | Сузір'я | Дата | Год | Сузір'я | Дата | Год | Сузір'я |
|---------|-----|-----------|---------|-----|-----------|----------|-----|-----------|
| Січень | | | Лютий | | | Березень | | |
| 2 | 2 | Лева | 4 | 2 | Терезів | 3 | 8 | Терезів |
| 4 | 16 | Діви | 5 | 22 | Скорпіона | 5 | 3 | Скорпіона |
| 7 | 20 | Терезів | 6 | 7 | Змієноця | 5 | 12 | Змієноця |
| 9 | 16 | Скорпіона | 7 | 15 | Стрільця | 6 | 20 | Стрільця |
| 10 | 0 | Змієноця | 10 | 0 | Козорога | 9 | 6 | Козорога |
| 11 | 8 | Стрільця | 12 | 0 | Водолія | 11 | 7 | Водолія |
| 13 | 16 | Козорога | 14 | 10 | Риб | 13 | 18 | Риб |
| 15 | 15 | Водолія | 15 | 2 | Кита | 14 | 10 | Кита |
| 18 | 1 | Риб | 16 | 2 | Риб | 15 | 8 | Риб |
| 18 | 18 | Кита | 17 | 9 | Кита | 16 | 17 | Кита |
| 19 | 19 | Риб | 17 | 16 | Овна | 16 | 23 | Овна |
| 21 | 1 | Кита | 19 | 2 | Тельця | 18 | 10 | Тельця |
| 21 | 9 | Овна | 22 | 5 | Близнят | 21 | 13 | Близнят |
| 22 | 18 | Тельця | 24 | 8 | Рака | 23 | 18 | Рака |
| 25 | 20 | Близнят | 25 | 19 | Лева | 25 | 5 | Лева |
| 27 | 23 | Рака | 28 | 6 | Діви | 27 | 16 | Діви |
| 29 | 9 | Лева | | | | 30 | 17 | Терезів |
| 31 | 22 | Діви | | | | | | |
| Квітень | | | Травень | | | Червень | | |
| 1 | 11 | Скорпіона | 2 | 18 | Козорога | 1 | 2 | Водолія |
| 1 | 19 | Змієноця | 4 | 19 | Водолія | 3 | 12 | Риб |
| 3 | 2 | Стрільця | 7 | 6 | Риб | 4 | 5 | Кита |
| 5 | 12 | Козорога | 7 | 23 | Кита | 5 | 4 | Риб |
| 7 | 13 | Водолія | 8 | 22 | Риб | 6 | 12 | Кита |
| 10 | 1 | Риб | 10 | 6 | Кита | 6 | 18 | Овна |
| 10 | 17 | Кита | 10 | 11 | Овна | 8 | 5 | Тельця |
| 11 | 16 | Риб | 11 | 23 | Тельця | 11 | 8 | Близнят |
| 13 | 0 | Кита | 15 | 2 | Близнят | 13 | 14 | Рака |
| 13 | 5 | Овна | 17 | 8 | Рака | 15 | 3 | Лева |
| 14 | 17 | Тельця | 18 | 21 | Лева | 17 | 19 | Діви |
| 17 | 20 | Близнят | 21 | 12 | Діви | 21 | 0 | Терезів |
| 20 | 2 | Рака | 24 | 14 | Терезів | 22 | 17 | Скорпіона |
| 21 | 14 | Лева | 26 | 7 | Скорпіона | 23 | 2 | Змієноця |
| 24 | 3 | Діви | 26 | 15 | Змієноця | 24 | 8 | Стрільця |
| 27 | 4 | Терезів | 27 | 21 | Стрільця | 26 | 13 | Козорога |

Продовження табл. 12

| Дата | Год | Сузір'я | Дата | Год | Сузір'я | Дата | Год | Сузір'я |
|---------|-----|-----------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|
| Квітень | | | Травень | | | Червень | | |
| 28 | 20 | Скорпіона | 30 | 3 | Козорога | 28 | 11 | Водолія |
| 29 | 4 | Змієноця | | | | 30 | 20 | Риб |
| 30 | 11 | Стрільця | | | | | | |
| Липень | | | Серпень | | | Вересень | | |
| 1 | 12 | Кита | 1 | 19 | Тельця | 1 | 6 | Близнят |
| 2 | 10 | Риб | 4 | 22 | Близнят | 3 | 11 | Рака |
| 3 | 19 | Кита | 7 | 3 | Рака | 4 | 23 | Лева |
| 4 | 0 | Овна | 8 | 15 | Лева | 7 | 14 | Діви |
| 5 | 12 | Тельця | 11 | 6 | Діви | 10 | 18 | Терезів |
| 8 | 15 | Близнят | 14 | 12 | Терезів | 12 | 13 | Скорпіона |
| 10 | 20 | Рака | 16 | 8 | Скорпіона | 12 | 22 | Змієноця |
| 12 | 8 | Лева | 16 | 17 | Змієноця | 14 | 6 | Стрільця |
| 15 | 0 | Діви | 18 | 0 | Стрільця | 16 | 14 | Козорога |
| 18 | 7 | Терезів | 20 | 7 | Козорога | 18 | 13 | Водолія |
| 20 | 2 | Скорпіона | 22 | 6 | Водолія | 20 | 22 | Риб |
| 20 | 10 | Змієноця | 24 | 14 | Риб | 21 | 14 | Кита |
| 21 | 17 | Стрільця | 25 | 5 | Кита | 22 | 9 | Риб |
| 23 | 23 | Козорога | 26 | 1 | Риб | 23 | 19 | Кита |
| 25 | 21 | Водолія | 27 | 11 | Кита | 23 | 21 | Овна |
| 28 | 5 | Риб | 27 | 14 | Овна | 25 | 11 | Тельця |
| 28 | 20 | Кита | 29 | 3 | Тельця | 28 | 15 | Близнят |
| 29 | 18 | Риб | | | | 30 | 20 | Рака |
| 31 | 2 | Кита | | | | | | |
| 31 | 7 | Овна | | | | | | |
| Жовтень | | | Листопад | | | Грудень | | |
| 2 | 9 | Лева | 1 | 9 | Діви | 2 | 0 | Терезів |
| 4 | 23 | Діви | 4 | 13 | Терезів | 3 | 15 | Скорпіона |
| 8 | 2 | Терезів | 6 | 3 | Скорпіона | 4 | 1 | Змієноця |
| 9 | 18 | Скорпіона | 6 | 14 | Змієноця | 5 | 6 | Стрільця |
| 10 | 5 | Змієноця | 7 | 20 | Стрільця | 7 | 10 | Козорога |
| 11 | 12 | Стрільця | 10 | 1 | Козорога | 9 | 8 | Водолія |
| 13 | 19 | Козорога | 12 | 0 | Водолія | 11 | 17 | Риб |
| 15 | 19 | Водолія | 14 | 11 | Риб | 12 | 8 | Кита |

Закінчення табл. 12

| Дата | Год | Сузір'я | Дата | Год | Сузір'я | Дата | Год | Сузір'я |
|---------|-----|---------|----------|-----|---------|---------|-----|-----------|
| Жовтень | | | Листопад | | | Грудень | | |
| 18 | 5 | Риб | 15 | 3 | Кита | 13 | 4 | Риб |
| 18 | 21 | Кита | 15 | 23 | Риб | 14 | 15 | Кита |
| 19 | 16 | Риб | 17 | 9 | Кита | 14 | 17 | Овна |
| 21 | 3 | Кита | 17 | 11 | Овна | 16 | 8 | Тельця |
| 21 | 4 | Овна | 19 | 1 | Тельця | 19 | 11 | Близнят |
| 22 | 19 | Тельця | 22 | 5 | Близнят | 21 | 17 | Рака |
| 25 | 22 | Близнят | 24 | 11 | Рака | 23 | 7 | Лева |
| 28 | 4 | Рака | 26 | 1 | Лева | 26 | 2 | Діви |
| 29 | 17 | Лева | 28 | 19 | Діви | 29 | 10 | Терезів |
| | | | | | | 31 | 1 | Скорпіона |
| | | | | | | 31 | 12 | Змієноця |

Таблиця 13

ЕФЕМЕРИДИ ДЛЯ ФІЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ СОНЦЯ
(на 0 год усесвітнього часу)

| Дата | P | B_0 | L_0 | Дата | P | B_0 | L_0 | | |
|----------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|-------|-------|
| Січень | 1 | 2.0 | -3.0 | 280.2 | Липень | 4 | -1.3 | 3.2 | 11.7 |
| | 5 | 0.0 | -3.5 | 227.5 | | 8 | 0.6 | 3.6 | 318.7 |
| | 9 | -1.9 | -3.9 | 174.8 | | 12 | 2.4 | 4.0 | 265.8 |
| | 13 | -3.8 | -4.4 | 122.1 | | 16 | 4.1 | 4.4 | 212.9 |
| | 17 | -5.7 | -4.8 | 69.5 | | 20 | 5.9 | 4.8 | 160.0 |
| | 21 | -7.5 | -5.1 | 16.8 | | 24 | 7.6 | 5.1 | 107.0 |
| | 25 | -9.3 | -5.5 | 324.1 | | 28 | 9.2 | 5.5 | 54.1 |
| 29 | -11.0 | -5.8 | 271.5 | Серпень | 1 | 10.9 | 5.8 | 1.2 | |
| Лютий | 2 | -12.6 | -6.1 | | 218.8 | 5 | 12.4 | 6.1 | 308.3 |
| | 6 | -14.2 | -6.4 | | 166.1 | 9 | 13.9 | 6.3 | 255.4 |
| | 10 | -15.7 | -6.6 | | 113.5 | 13 | 15.3 | 6.5 | 202.5 |
| | 14 | -17.1 | -6.8 | | 60.8 | 17 | 16.7 | 6.7 | 149.7 |
| | 18 | -18.4 | -7.0 | | 8.1 | 21 | 18.0 | 6.9 | 96.8 |
| | 22 | -19.6 | -7.1 | | 315.4 | 25 | 19.2 | 7.0 | 43.9 |
| | 26 | -20.8 | -7.2 | 262.8 | 29 | 20.3 | 7.1 | 351.1 | |
| Березень | 2 | -21.8 | -7.2 | 210.1 | Вересень | 2 | 21.3 | 7.2 | 298.2 |
| | 6 | -22.7 | -7.2 | 157.4 | | 6 | 22.3 | 7.2 | 245.4 |
| | 10 | -23.5 | -7.2 | 104.7 | | 10 | 23.1 | 7.2 | 192.6 |
| | 14 | -24.3 | -7.2 | 52.0 | | 14 | 23.9 | 7.2 | 139.8 |
| | 18 | -24.9 | -7.1 | 359.2 | | 18 | 24.5 | 7.2 | 87.0 |
| | 22 | -25.4 | -7.0 | 306.5 | | 22 | 25.1 | 7.1 | 34.2 |
| | 26 | -25.8 | -6.8 | 253.8 | | 26 | 25.5 | 6.9 | 341.4 |
| 30 | -26.0 | -6.6 | 201.0 | 30 | 25.9 | 6.8 | 288.6 | | |
| Квітень | 3 | -26.2 | -6.4 | 148.2 | Жовтень | 4 | 26.1 | 6.6 | 235.8 |
| | 7 | -26.3 | -6.2 | 95.4 | | 8 | 26.2 | 6.3 | 183.0 |
| | 11 | -26.2 | -5.9 | 42.6 | | 12 | 26.2 | 6.1 | 130.3 |
| | 15 | -26.0 | -5.6 | 349.8 | | 16 | 26.1 | 5.8 | 77.5 |
| | 19 | -25.7 | -5.3 | 297.0 | | 20 | 25.9 | 5.5 | 24.7 |
| | 23 | -25.3 | -4.9 | 244.2 | | 24 | 25.5 | 5.1 | 332.0 |
| | 27 | -24.7 | -4.6 | 191.3 | | 28 | 25.1 | 4.8 | 279.2 |
| Травень | 1 | -24.1 | -4.2 | 138.5 | Листопад | 1 | 24.4 | 4.4 | 226.5 |
| | 5 | -23.3 | -3.8 | 85.6 | | 5 | 23.7 | 4.0 | 173.7 |
| | 9 | -22.4 | -3.3 | 32.7 | | 9 | 22.9 | 3.5 | 121.0 |
| | 13 | -21.4 | -2.9 | 339.8 | | 13 | 21.9 | 3.1 | 68.3 |
| | 17 | -20.3 | -2.4 | 286.9 | | 17 | 20.8 | 2.6 | 15.5 |
| | 21 | -19.1 | -2.0 | 234.0 | | 21 | 19.6 | 2.1 | 322.8 |
| | 25 | -17.8 | -1.5 | 181.1 | | 25 | 18.2 | 1.6 | 270.1 |
| 29 | -16.5 | -1.0 | 128.2 | 29 | 16.8 | 1.1 | 217.4 | | |
| Червень | 2 | -15.0 | -0.6 | 75.2 | Грудень | 3 | 15.2 | 0.6 | 164.6 |
| | 6 | -13.4 | -0.1 | 22.3 | | 7 | 13.6 | 0.1 | 111.9 |
| | 10 | -11.8 | 0.4 | 329.4 | | 11 | 11.9 | -0.4 | 59.2 |
| | 14 | -10.1 | 0.9 | 276.4 | | 15 | 10.1 | -0.9 | 6.5 |
| | 18 | -8.4 | 1.4 | 223.5 | | 19 | 8.3 | -1.4 | 313.8 |
| | 22 | -6.7 | 1.8 | 170.5 | | 23 | 6.4 | -1.9 | 261.1 |
| | 26 | -4.9 | 2.3 | 117.6 | | 27 | 4.5 | -2.4 | 208.4 |
| 30 | -3.1 | 2.8 | 64.6 | 31 | 2.6 | -2.9 | 155.8 | | |

Таблиця 14

ЕФЕМЕРИДИ ДЛЯ ФІЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МІСЯЦЯ
(на 0 год усесвітнього часу)

| Дата | l | b | $90^\circ - l_\odot$ | b_\odot | P | T | Φ | k | |
|----------|------|------|----------------------|-----------|------|-------|--------|-------|------|
| Січень | 1 | -5.2 | -4.6 | 117.1 | -0.5 | 14.6 | 4.7 | 22.2 | 0.96 |
| | 3 | -5.0 | -6.3 | 141.3 | -0.6 | 21.4 | 16.2 | 46.6 | 0.84 |
| | 5 | -3.9 | -6.7 | 165.6 | -0.7 | 23.3 | 21.8 | 71.8 | 0.66 |
| | 7 | -2.1 | -5.5 | 189.9 | -0.7 | 20.4 | 21.9 | 97.7 | 0.43 |
| | 9 | 0.0 | -2.9 | 214.2 | -0.8 | 13.0 | 16.0 | 124.2 | 0.22 |
| | 11 | 2.3 | 0.3 | 238.6 | -0.9 | 2.0 | 3.1 | 150.9 | 0.06 |
| | 13 | 4.2 | 3.5 | 263.0 | -0.9 | 350.0 | 306.9 | 176.2 | 0.00 |
| | 15 | 5.3 | 5.8 | 287.4 | -1.0 | 341.0 | 352.2 | 156.9 | 0.04 |
| | 17 | 5.1 | 6.7 | 311.7 | -1.0 | 337.0 | 341.9 | 133.0 | 0.16 |
| | 19 | 3.6 | 6.4 | 336.1 | -1.0 | 337.4 | 338.7 | 110.3 | 0.32 |
| | 21 | 1.2 | 4.9 | 0.4 | -1.1 | 341.3 | 340.1 | 88.5 | 0.51 |
| | 23 | -1.5 | 2.6 | 24.7 | -1.1 | 348.0 | 345.7 | 66.9 | 0.70 |
| | 25 | -3.9 | -0.1 | 49.0 | -1.1 | 357.4 | 355.9 | 44.9 | 0.86 |
| 27 | -5.2 | -3.0 | 73.3 | -1.1 | 8.0 | 12.3 | 22.0 | 0.96 | |
| 29 | -5.2 | -5.3 | 97.5 | -1.2 | 17.4 | 317.5 | 4.7 | 1.00 | |
| 31 | -4.0 | -6.5 | 121.8 | -1.2 | 22.6 | 13.0 | 28.2 | 0.94 | |
| Лютий | 2 | -2.1 | -6.2 | 146.1 | -1.3 | 22.7 | 19.8 | 54.1 | 0.79 |
| | 4 | -0.1 | -4.4 | 170.4 | -1.3 | 18.0 | 18.6 | 80.2 | 0.58 |
| | 6 | 1.7 | -1.6 | 194.7 | -1.3 | 9.2 | 11.1 | 106.4 | 0.36 |
| | 8 | 3.2 | 1.6 | 219.1 | -1.4 | 357.7 | 358.1 | 132.2 | 0.16 |
| | 10 | 4.2 | 4.4 | 243.4 | -1.4 | 346.6 | 339.6 | 157.5 | 0.04 |
| | 12 | 4.6 | 6.2 | 267.8 | -1.5 | 339.3 | 41.9 | 174.7 | 0.00 |
| | 14 | 4.1 | 6.6 | 292.2 | -1.5 | 336.8 | 346.7 | 153.3 | 0.06 |
| | 16 | 2.5 | 5.8 | 316.6 | -1.5 | 338.3 | 341.4 | 130.9 | 0.17 |
| | 18 | 0.0 | 4.0 | 341.0 | -1.5 | 343.2 | 343.0 | 109.1 | 0.34 |
| | 20 | -2.8 | 1.5 | 6.3 | -1.5 | 350.8 | 349.2 | 87.5 | 0.52 |
| | 22 | -5.1 | -1.3 | 29.6 | -1.5 | 0.7 | 359.6 | 65.4 | 0.71 |
| | 24 | -6.3 | -3.9 | 53.9 | -1.5 | 11.2 | 13.2 | 42.4 | 0.87 |
| | 26 | -5.8 | -5.8 | 78.2 | -1.5 | 19.5 | 32.7 | 18.1 | 0.98 |
| 28 | -3.8 | -6.5 | 102.5 | -1.5 | 23.2 | 353.6 | 10.0 | 0.99 | |
| Березень | 2 | -1.0 | -5.5 | 126.8 | -1.5 | 21.5 | 16.4 | 36.0 | 0.91 |
| | 4 | 1.7 | -3.1 | 151.1 | -1.5 | 15.1 | 15.2 | 62.7 | 0.73 |
| | 6 | 3.6 | 0.0 | 175.4 | -1.5 | 5.0 | 6.5 | 89.0 | 0.51 |
| | 8 | 4.7 | 3.0 | 199.8 | -1.5 | 353.3 | 353.6 | 114.5 | 0.29 |
| | 10 | 5.0 | 5.3 | 224.2 | -1.5 | 343.5 | 339.6 | 139.1 | 0.12 |
| | 12 | 4.7 | 6.5 | 248.6 | -1.6 | 337.9 | 322.2 | 162.6 | 0.02 |
| | 14 | 3.6 | 6.3 | 273.0 | -1.6 | 336.9 | 12.9 | 171.9 | 0.00 |
| | 16 | 1.7 | 5.0 | 297.4 | -1.6 | 339.7 | 345.5 | 150.8 | 0.06 |
| | 18 | -0.9 | 2.9 | 321.8 | -1.6 | 345.5 | 345.9 | 129.2 | 0.18 |
| | 20 | -3.7 | 0.3 | 346.2 | -1.6 | 353.9 | 352.4 | 107.6 | 0.35 |
| | 22 | -6.1 | -2.4 | 10.6 | -1.5 | 4.1 | 2.8 | 85.5 | 0.54 |
| | 24 | -7.3 | -4.8 | 34.9 | -1.5 | 14.0 | 14.9 | 62.4 | 0.73 |
| | 26 | -6.8 | -6.3 | 59.2 | -1.4 | 21.1 | 26.9 | 37.7 | 0.90 |
| 28 | -4.3 | -6.4 | 83.6 | -1.4 | 23.2 | 47.6 | 11.9 | 0.99 | |
| 30 | -0.8 | -4.8 | 107.9 | -1.4 | 20.0 | 9.2 | 17.3 | 0.98 | |

Продовження табл. 14

| Дата | l | b | $90^\circ - l_\odot$ | b_\odot | P | T | Φ | k | |
|---------|-----|------|----------------------|-----------|-------|-------|--------|-------|------|
| Квітень | 1 | 2.6 | -1.9 | 132.2 | -1.3 | 12.0 | 12.0 | 44.8 | 0.85 |
| | 3 | 5.0 | 1.5 | 156.5 | -1.3 | 0.6 | 2.5 | 71.6 | 0.66 |
| | 5 | 6.2 | 4.3 | 180.9 | -1.3 | 349.1 | 349.8 | 97.1 | 0.44 |
| | 7 | 6.2 | 6.1 | 205.3 | -1.3 | 340.8 | 338.5 | 121.4 | 0.24 |
| | 9 | 6.3 | 6.7 | 229.7 | -1.3 | 337.1 | 329.8 | 144.6 | 0.09 |
| | 11 | 3.6 | 6.0 | 254.2 | -1.3 | 337.6 | 316.9 | 166.9 | 0.01 |
| | 13 | 1.3 | 4.2 | 278.6 | -1.2 | 341.5 | 358.1 | 169.7 | 0.01 |
| | 15 | -1.4 | 1.8 | 303.1 | -1.2 | 348.2 | 348.9 | 148.4 | 0.07 |
| | 17 | -4.3 | -1.0 | 327.6 | -1.1 | 357.4 | 355.2 | 126.7 | 0.20 |
| | 19 | -6.6 | -3.6 | 351.9 | -1.1 | 7.6 | 5.5 | 104.6 | 0.37 |
| | 21 | -7.9 | -5.6 | 16.3 | -1.1 | 16.7 | 16.5 | 81.5 | 0.57 |
| | 23 | -7.5 | -6.7 | 40.7 | -1.0 | 22.2 | 25.4 | 56.9 | 0.77 |
| | 25 | -5.1 | -6.2 | 65.1 | -0.9 | 22.8 | 31.5 | 30.5 | 0.93 |
| | 27 | -1.4 | -4.0 | 89.4 | -0.9 | 18.2 | 75.0 | 3.7 | 1.00 |
| 29 | 2.5 | -1.0 | 113.7 | -0.8 | 8.8 | 9.2 | 26.2 | 0.95 | |
| Травень | 1 | 5.5 | 2.7 | 138.1 | -0.8 | 356.6 | 359.5 | 53.7 | 0.80 |
| | 3 | 7.0 | 5.3 | 162.5 | -0.7 | 345.5 | 347.2 | 79.6 | 0.59 |
| | 5 | 7.1 | 6.7 | 186.9 | -0.7 | 338.8 | 337.9 | 103.9 | 0.38 |
| | 7 | 5.8 | 6.6 | 211.3 | -0.6 | 336.8 | 332.6 | 127.0 | 0.20 |
| | 9 | 3.8 | 5.4 | 235.8 | -0.6 | 338.7 | 330.7 | 149.2 | 0.07 |
| | 11 | 1.2 | 3.3 | 260.3 | -0.6 | 343.7 | 326.0 | 171.0 | 0.01 |
| | 13 | -1.6 | 0.7 | 284.7 | -0.5 | 351.4 | 351.9 | 166.9 | 0.01 |
| | 15 | -4.3 | -2.1 | 309.2 | -0.5 | 1.2 | 357.2 | 145.0 | 0.09 |
| | 17 | -6.5 | -4.6 | 333.7 | -0.4 | 11.2 | 7.7 | 122.7 | 0.23 |
| | 19 | -7.7 | -6.3 | 358.1 | -0.4 | 19.1 | 17.7 | 99.5 | 0.42 |
| | 21 | -7.4 | -6.8 | 22.6 | -0.3 | 23.0 | 24.4 | 75.0 | 0.63 |
| | 23 | -5.5 | -5.7 | 47.0 | -0.2 | 22.0 | 26.7 | 48.8 | 0.83 |
| | 25 | -2.1 | -3.1 | 71.3 | -0.2 | 16.0 | 23.8 | 21.0 | 0.97 |
| | 27 | 1.8 | 0.4 | 95.7 | -0.1 | 5.5 | 9.0 | 7.5 | 1.00 |
| 29 | 5.2 | 3.7 | 120.1 | 0.0 | 352.9 | 358.2 | 35.4 | 0.91 | |
| 31 | 7.1 | 6.0 | 144.4 | 0.0 | 342.8 | 346.0 | 61.7 | 0.74 | |
| Червень | 2 | 7.3 | 6.9 | 168.9 | 0.1 | 337.7 | 338.0 | 86.2 | 0.53 |
| | 4 | 6.1 | 6.4 | 193.3 | 0.1 | 337.2 | 334.8 | 109.2 | 0.33 |
| | 6 | 3.8 | 4.7 | 217.8 | 0.1 | 340.3 | 335.9 | 131.4 | 0.17 |
| | 8 | 1.1 | 2.4 | 242.3 | 0.2 | 246.3 | 341.2 | 153.2 | 0.05 |
| | 10 | -1.7 | -0.4 | 266.8 | 0.2 | 354.9 | 357.2 | 175.0 | 0.00 |
| | 12 | -4.2 | -3.1 | 291.3 | 0.2 | 5.1 | 355.8 | 162.7 | 0.02 |
| | 14 | -6.0 | -5.4 | 315.7 | 0.3 | 14.6 | 8.6 | 140.0 | 0.12 |
| | 16 | -6.9 | -6.6 | 340.2 | 0.4 | 21.1 | 18.1 | 116.5 | 0.28 |
| | 18 | -6.6 | -6.6 | 4.7 | 0.4 | 23.1 | 23.3 | 91.9 | 0.48 |
| | 20 | -4.4 | -5.0 | 29.1 | 0.5 | 20.6 | 23.3 | 66.0 | 0.70 |
| | 22 | -2.2 | -2.1 | 53.5 | 0.6 | 13.4 | 16.9 | 38.8 | 0.89 |
| | 24 | 1.2 | 1.4 | 77.9 | 0.6 | 2.1 | 358.3 | 10.9 | 0.99 |
| | 26 | 4.5 | 4.5 | 102.3 | 0.7 | 349.6 | 2.0 | 17.1 | 0.98 |
| | 28 | 6.5 | 6.4 | 126.6 | 0.8 | 340.7 | 346.4 | 43.4 | 0.86 |
| 30 | 7.0 | 6.8 | 151.1 | 0.8 | 337.1 | 339.0 | 68.1 | 0.69 | |

Продовження табл. 14

| Дата | l | b | $90^\circ - l_\odot$ | b_\odot | P | T | Φ | k | |
|----------|-----|------|----------------------|-----------|-------|-------|--------|-------|------|
| Липень | 1 | 6.5 | 6.4 | 163.3 | 0.8 | 337.0 | 337.4 | 79.8 | 0.59 |
| | 3 | 4.7 | 4.9 | 187.7 | 0.8 | 339.7 | 337.7 | 102.3 | 0.39 |
| | 5 | 2.1 | 2.6 | 212.2 | 0.9 | 345.3 | 342.4 | 124.2 | 0.22 |
| | 7 | -0.7 | -0.1 | 236.7 | 0.9 | 353.6 | 352.1 | 145.9 | 0.09 |
| | 9 | -3.2 | -2.8 | 261.2 | 0.9 | 3.7 | 12.4 | 167.9 | 0.01 |
| | 11 | -4.8 | -5.1 | 285.7 | 1.0 | 13.5 | 352.8 | 168.4 | 0.01 |
| | 13 | -5.6 | -6.5 | 310.2 | 1.0 | 20.5 | 12.9 | 145.1 | 0.09 |
| | 15 | -5.4 | -6.5 | 334.7 | 1.0 | 23.1 | 20.4 | 120.7 | 0.24 |
| | 17 | -4.4 | -5.1 | 359.1 | 1.1 | 21.1 | 21.7 | 95.4 | 0.45 |
| | 19 | -2.6 | -2.5 | 23.6 | 1.1 | 14.8 | 17.0 | 69.1 | 0.68 |
| | 21 | -0.1 | 0.8 | 48.0 | 1.2 | 4.4 | 5.3 | 42.1 | 0.87 |
| | 23 | 2.7 | 4.0 | 72.3 | 1.2 | 352.1 | 340.0 | 15.2 | 0.98 |
| | 25 | 5.0 | 6.0 | 96.7 | 1.3 | 342.2 | 3.8 | 12.6 | 0.99 |
| | 27 | 6.2 | 6.7 | 121.1 | 1.3 | 337.4 | 344.0 | 37.5 | 0.90 |
| | 29 | 6.7 | 6.0 | 145.5 | 1.4 | 337.6 | 339.2 | 61.3 | 0.74 |
| 31 | 3.9 | 4.0 | 169.9 | 1.4 | 341.3 | 340.3 | 83.8 | 0.55 | |
| Серпень | 2 | 1.3 | 1.5 | 194.4 | 1.4 | 347.9 | 346.0 | 105.6 | 0.36 |
| | 4 | -1.5 | -1.2 | 218.8 | 1.4 | 356.9 | 356.1 | 127.4 | 0.20 |
| | 6 | -3.6 | -3.8 | 243.3 | 1.4 | 7.2 | 10.9 | 149.6 | 0.07 |
| | 8 | -4.8 | -5.7 | 267.8 | 1.4 | 16.4 | 47.8 | 171.8 | 0.00 |
| | 10 | -4.8 | -6.5 | 292.3 | 1.4 | 21.9 | 6.2 | 161.8 | 0.02 |
| | 12 | -3.9 | -6.0 | 316.8 | 1.4 | 22.8 | 18.5 | 137.0 | 0.13 |
| | 14 | -2.5 | -4.0 | 341.2 | 1.4 | 19.2 | 19.2 | 111.3 | 0.32 |
| | 16 | -0.8 | -1.0 | 5.7 | 1.5 | 11.3 | 12.9 | 85.1 | 0.54 |
| | 18 | 1.2 | 2.2 | 30.5 | 1.5 | 0.1 | 0.6 | 58.7 | 0.76 |
| | 20 | 3.1 | 4.9 | 54.5 | 1.5 | 348.4 | 343.6 | 32.5 | 0.92 |
| | 22 | 4.8 | 6.4 | 78.8 | 1.6 | 340.1 | 303.4 | 8.0 | 1.00 |
| | 24 | 5.4 | 6.4 | 103.2 | 1.6 | 337.1 | 350.8 | 19.2 | 0.97 |
| | 26 | 4.8 | 5.1 | 127.6 | 1.6 | 338.4 | 341.7 | 42.2 | 0.87 |
| | 28 | 2.9 | 3.0 | 152.0 | 1.6 | 343.2 | 342.8 | 64.8 | 0.71 |
| | 30 | 0.2 | 0.3 | 176.4 | 1.6 | 350.7 | 349.1 | 86.6 | 0.53 |
| Вересень | 1 | -2.5 | -2.4 | 200.8 | 1.5 | 0.3 | 359.4 | 108.3 | 0.34 |
| | 3 | -4.5 | -4.7 | 225.2 | 1.5 | 10.4 | 12.4 | 130.7 | 0.17 |
| | 5 | -5.3 | -6.2 | 249.7 | 1.5 | 18.6 | 28.0 | 154.1 | 0.05 |
| | 7 | -4.6 | -6.5 | 274.2 | 1.5 | 22.7 | 287.5 | 175.0 | 0.00 |
| | 9 | -2.9 | -5.2 | 298.6 | 1.5 | 22.0 | 14.6 | 154.1 | 0.05 |
| | 11 | -0.8 | -2.7 | 323.1 | 1.5 | 16.7 | 16.4 | 127.7 | 0.19 |
| | 13 | 1.3 | 0.5 | 347.5 | 1.5 | 7.3 | 8.9 | 101.2 | 0.40 |
| | 15 | 3.0 | 3.6 | 11.9 | 1.5 | 355.5 | 356.1 | 75.0 | 0.63 |
| | 17 | 4.3 | 5.7 | 36.3 | 1.5 | 344.9 | 341.9 | 49.4 | 0.83 |
| | 19 | 5.1 | 6.6 | 60.7 | 1.5 | 339.6 | 327.6 | 24.7 | 0.96 |
| | 21 | 5.1 | 6.1 | 85.0 | 1.4 | 337.1 | 66.1 | 4.6 | 1.00 |
| | 23 | 4.0 | 4.3 | 109.3 | 1.4 | 339.7 | 346.0 | 23.5 | 0.96 |
| | 25 | 1.9 | 1.8 | 133.7 | 1.4 | 345.4 | 345.2 | 45.6 | 0.85 |
| | 27 | -0.8 | -0.9 | 158.0 | 1.4 | 353.7 | 351.8 | 67.2 | 0.69 |
| | 29 | -3.6 | -3.5 | 182.4 | 1.3 | 3.6 | 2.2 | 88.9 | 0.51 |

Закінчення табл. 14

| Дата | l | b | $90^\circ - l_\odot$ | b_\odot | P | T | Φ | k | |
|----------|------|------|----------------------|-----------|------|-------|--------|-------|------|
| Жовтень | 1 | -5.6 | -5.5 | 206.8 | 1.3 | 13.3 | 14.1 | 111.3 | 0.32 |
| | 3 | -6.2 | -6.6 | 231.2 | 1.2 | 20.3 | 25.2 | 134.9 | 0.15 |
| | 5 | -5.1 | -6.3 | 255.7 | 1.2 | 23.0 | 36.8 | 159.9 | 0.03 |
| | 7 | -2.8 | -4.4 | 280.1 | 1.2 | 20.7 | 357.0 | 172.0 | 0.00 |
| | 9 | 0.2 | -1.4 | 304.6 | 1.1 | 13.8 | 13.8 | 145.2 | 0.09 |
| | 11 | 2.9 | 2.0 | 329.0 | 1.1 | 3.0 | 5.3 | 118.1 | 0.26 |
| | 13 | 4.8 | 4.8 | 353.4 | 1.1 | 351.0 | 352.3 | 91.7 | 0.48 |
| | 15 | 5.9 | 6.4 | 17.7 | 1.0 | 341.9 | 340.2 | 66.4 | 0.70 |
| | 17 | 6.0 | 6.6 | 42.1 | 1.0 | 337.5 | 331.7 | 42.2 | 0.87 |
| | 19 | 5.2 | 5.5 | 66.4 | 1.0 | 337.6 | 324.3 | 18.9 | 0.97 |
| | 21 | 3.6 | 3.4 | 90.7 | 0.9 | 341.3 | 11.6 | 4.9 | 1.00 |
| | 23 | 1.2 | 0.7 | 115.0 | 0.9 | 348.0 | 347.5 | 26.2 | 0.95 |
| | 25 | -1.6 | -2.0 | 139.3 | 0.8 | 357.0 | 354.1 | 47.8 | 0.84 |
| | 27 | -4.3 | -4.4 | 163.7 | 0.8 | 7.1 | 4.6 | 69.4 | 0.67 |
| | 29 | -6.4 | -6.2 | 188.0 | 0.7 | 16.0 | 15.4 | 91.7 | 0.48 |
| 31 | -7.1 | -6.8 | 212.4 | 0.6 | 21.6 | 24.1 | 115.2 | 0.29 | |
| Листопад | 2 | -6.1 | -6.0 | 236.8 | 0.6 | 22.8 | 29.1 | 140.4 | 0.11 |
| | 4 | -3.5 | -3.6 | 261.2 | 0.5 | 19.2 | 33.2 | 167.3 | 0.01 |
| | 6 | 0.1 | -0.3 | 285.6 | 0.5 | 10.9 | 11.7 | 164.3 | 0.02 |
| | 8 | 3.6 | 3.2 | 310.0 | 0.4 | 358.9 | 2.9 | 136.3 | 0.14 |
| | 10 | 6.1 | 5.7 | 334.4 | 0.4 | 347.2 | 349.6 | 109.4 | 0.33 |
| | 12 | 7.2 | 6.8 | 358.7 | 0.3 | 339.7 | 339.3 | 84.1 | 0.55 |
| | 14 | 7.0 | 6.4 | 23.1 | 0.3 | 337.1 | 333.7 | 60.2 | 0.75 |
| | 16 | 5.6 | 4.9 | 47.4 | 0.2 | 338.7 | 332.6 | 37.3 | 0.90 |
| | 18 | 3.5 | 2.4 | 71.6 | 0.2 | 343.5 | 335.0 | 15.1 | 0.98 |
| | 20 | 0.8 | -0.3 | 95.9 | 0.1 | 351.0 | 347.2 | 6.8 | 1.00 |
| | 22 | -2.0 | -3.0 | 120.2 | 0.1 | 0.6 | 354.8 | 28.4 | 0.94 |
| | 24 | -4.6 | -5.3 | 144.5 | 0.0 | 10.5 | 6.1 | 50.1 | 0.82 |
| | 26 | -6.6 | -6.6 | 168.8 | -0.1 | 18.3 | 16.3 | 72.3 | 0.65 |
| | 28 | -7.5 | -6.7 | 193.1 | -0.1 | 22.4 | 23.2 | 95.6 | 0.45 |
| | 30 | -6.9 | -5.4 | 217.5 | -0.2 | 22.2 | 25.7 | 120.4 | 0.24 |
| Грудень | 2 | -4.5 | -2.8 | 241.9 | -0.2 | 17.4 | 22.3 | 147.2 | 0.08 |
| | 4 | -0.9 | 0.7 | 266.3 | -0.3 | 8.0 | 2.9 | 175.4 | 0.00 |
| | 6 | 3.1 | 4.1 | 290.6 | -0.4 | 355.3 | 3.6 | 156.0 | 0.04 |
| | 8 | 6.3 | 6.2 | 315.0 | -0.4 | 344.2 | 348.6 | 128.5 | 0.19 |
| | 10 | 7.8 | 6.8 | 339.4 | -0.5 | 338.3 | 339.3 | 102.8 | 0.39 |
| | 12 | 7.5 | 6.0 | 3.7 | -0.5 | 337.3 | 335.6 | 78.9 | 0.60 |
| | 14 | 5.9 | 4.0 | 28.0 | -0.6 | 340.2 | 336.8 | 56.3 | 0.78 |
| | 16 | 3.4 | 1.4 | 52.3 | -0.6 | 346.0 | 342.9 | 34.4 | 0.91 |
| | 18 | 0.6 | -1.4 | 76.6 | -0.7 | 354.4 | 357.5 | 12.9 | 0.99 |
| | 20 | -2.1 | -4.0 | 100.8 | -0.7 | 4.4 | 344.2 | 9.2 | 0.99 |
| | 22 | -4.5 | -5.8 | 125.1 | -0.8 | 13.8 | 5.5 | 30.9 | 0.93 |
| | 24 | -6.2 | -6.7 | 149.4 | -0.8 | 20.3 | 16.3 | 53.3 | 0.80 |
| | 26 | -7.1 | -6.3 | 173.6 | -0.9 | 22.8 | 22.2 | 76.5 | 0.62 |
| | 28 | -6.8 | -4.6 | 198.0 | -0.9 | 21.2 | 23.0 | 101.1 | 0.40 |
| | 30 | -5.0 | -1.7 | 222.3 | -1.0 | 15.2 | 17.7 | 127.2 | 0.20 |
| Січень | 1 | -1.8 | 1.7 | 246.7 | -1.0 | 4.8 | 3.5 | 154.8 | 0.05 |

МЕРКУРІЙ

Упродовж 2021 р. буде три періоди вечірньої і три періоди ранкової видимості планети. *Перший період вечірньої видимості* почнеться після першого тижня січня і закінчиться в лютому після першої п'ятиденки.

У січні Меркурій видно на південному заході, ближче до заходу, після настання темряви. Тривалість видимості планети спочатку збільшується з кількох хвилин до 1 год 07 хв (25 січня), а потім меншає. Протягом січня блиск Меркурія спадає з -0.9 зоряної величини до $+0.8$. На 24 січня припадає найбільша східна елонгація $E = 18.6^\circ$, а на 30 січня — стояння Меркурія. Видимий діаметр планети наприкінці січня становитиме $8.8''$. До стояння 30 січня вона переміщується прямим рухом сузір'ями Стрільця та Козорога.

Упродовж першої п'ятиденки лютого Меркурій можна спостерігати після настання темряви на південному заході, ближче до заходу. Тривалість його видимості скорочується зі 45 хв до нуля, коли він зникає в променях вечірньої заграви. На 8 лютого припадає нижнє сполучення Меркурія. Блиск планети швидко спадає з $+1.1$ зоряної величини до $+3.0$. У другій половині місяця почнеться *перший період ранкової видимості* Меркурія, який триватиме до середини березня. Планета сходить на південному сході, ближче до сходу, приблизно о 6 год 25 хв за київським часом (наприкінці місяця — приблизно о 5 год 50 хв). Її блиск збільшується з $+2.5$ зоряної величини до $+0.3$. До стояння 20 лютого Меркурій переміщується назаднім рухом, а потім — прямим, по сузір'ях Водоля та Козорога. Видимий діаметр планети зменшиться до $7.8''$.

У першій половині березня Меркурій, як зорю $+0.1$ зоряної величини, можна спостерігати перед світанком у південно-східній, ближче до сходу, ділянці неба. Він сходить о 5 год 45 хв за київським часом, наприкінці періоду видимості — о 5 год 35 хв. На 6 березня припадає найбільша західна елонгація Меркурія $W = 27.3^\circ$. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Видимий діаметр Мер-

курія наприкінці періоду видимості становитиме $6.2''$.

На 19 квітня припадає верхнє сполучення Меркурія. Знову його спостерігати можна буде впродовж останнього тижня квітня, коли розпочнеться *другий період вечірньої видимості* планети. Після настання темряви Меркурій видно на заході, як зорю -1.5 зоряної величини. Тривалість видимості планети збільшується з кількох хвилин до 40 хв. Меркурій переміщується прямим рухом сузір'ям Овна. Його видимий діаметр наприкінці квітня становитиме $5.6''$.

У травні Меркурій можна спостерігати на заході після настання темряви. Тривалість його видимості збільшується з 40 хв до 1 год 30 хв (середина місяця), потім скорочуватиметься і наприкінці місяця становитиме тільки 20 хв. Блиск планети зменшується з -1.2 зоряної величини до $+2.6$. На 17 травня припадає найбільша східна елонгація $E = 22.0^\circ$ Меркурія. До стояння 30 травня він переміщується прямим рухом по сузір'ях Овна і Тельця. Видимий діаметр планети наприкінці травня становитиме $11.2''$.

Меркурій, як зорю $+3.0$ зоряної величини, видно у перші два дні червня на північному заході після настання темряви протягом 10 і 5 хв. Далі планета зникає в променях вечірньої заграви. На 11 червня припадає нижнє сполучення Меркурія. В останні дні червня почнеться *другий період ранкової видимості* Меркурія. Планета, як зоря $+1.3$ зоряної величини, сходить на північному сході приблизно о 4 год літнього часу, видно її до світанку. До стояння 22 червня Меркурій переміщується назаднім рухом, а потім прямим по сузір'ю Тельця. Його видимий діаметр наприкінці червня становитиме $8.6''$.

У липні Меркурій можна спостерігати перед світанком майже цілий місяць, крім останньої шестиденки. Він сходить на північному сході приблизно о 3 год 45 хв літнього часу, наприкінці періоду видимості — о 4 год 25 хв. Блиск планети зростає від $+1.0$ зоряної величини до -1.5 . На 4 липня припадає найбільша західна елонгація $W = 21.6^\circ$ Меркурія. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Тельця, Близнят і Рака. Її видимий діаметр наприкінці другого періоду ранкової видимості становитиме $5.2''$.

Упродовж серпня, вересня та першої половини жовтня Меркурій не видно. На 1 серпня припадає верхнє сполучення Меркурія; на 14 вересня — найбільша східна елонгація $E = 26.8^\circ$; на 27 вересня — стояння, на 9 жовтня — нижнє сполучення.

У другій половині жовтня почнеться *третій період ранкової видимості* Меркурія. Планета сходить на сході: 14 жовтня — о 6 год 31 хв літнього часу, 30 жовтня — о 6 год 04 хв літнього часу, 31 жовтня — о 5 год 08 хв уже за київським часом. Видно її до світанку. Тривалість видимості Меркурія зростає з кількох хвилин до 1 год. Блиск планети збільшується

з +2.8 зоряної величини до -0.8. На 25 жовтня припадає найбільша західна елонгація $W = 18.4^\circ$ планети. До стояння 18 жовтня Меркурій переміщуватиметься назаднім рухом, а далі прямим по сузір'ю Діви. Наприкінці місяця його видимий діаметр становитиме $5.8''$.

Меркурій можна спостерігати у першій половині листопада перед світанком, як зорю -0.9 зоряної величини. Планета сходить на сході: 1 листопада — о 5 год 12 хв за київським часом, наприкінці періоду видимості — о 6 год 30 хв. Тривалість її видимості скорочується з 1 год до нуля. Меркурій переміщується прямим рухом по сузір'ях Діви й Терезів. Його видимий діаметр наприкінці періоду видимості становитиме $4.8''$. На 29 листопада припадає верхнє сполучення Меркурія.

У грудні (остання десятиденка) Меркурій, як зорю -0.7 зоряної величини, видно на південному заході після настання темряви. Це буде *третьою період вечірньої видимості* планети, який закінчиться наступного року. Тривалість видимості планети збільшується з кількох хвилин до 40 хв. Меркурій переміщуватиметься прямим рухом по сузір'ю Стрільця. Видимий діаметр планети наприкінці грудня становитиме $5.6''$.

ВЕНЕРА

У 2021 р. буде два періоди видимості Венери — один ранковий і один вечірній. Через велику яскравість планети її можна спостерігати не лише в темну пору доби, але й під час вечірніх чи ранкових громадянських присмерків. Це треба мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості тільки в темну пору доби.

У січні Венеру можна спостерігати весь місяць. Триває *ранковий період її видимості*, який розпочався торік у другій половині червня. Планета, як зоря -3.9 зоряної величини, сходить на південному сході: на початку місяця о 6 год 30 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 7 год. Упродовж останньої п'ятиденки місяця Венера сходитиме на тлі ранкової зорі, проте через яскравість планети її ще буде добре видно. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Змієноця та Стрільця. Її видимий діаметр на початку місяця становитиме $10.6''$, а наприкінці — $10.0''$.

Упродовж кількох перших днів лютого Венеру, як зорю -3.9 зоряної величини, видно на тлі ранкової зорі. Планета сходить на південному сході приблизно о 7 год за київським часом. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ю Стрільця і Козорога. Наприкінці періоду видимості діаметр Венери становитиме $10.0''$.

У березні Венеру не видно. На 26 березня припадає її верхнє сполучення.

Венера стане доступною для спостережень у другій половині квітня, коли почнеться період *вечірньої видимості планети*. Упродовж тижня її, як зорю -3.9 зоряної величини, можна спостерігати на заході тільки на тлі вечірньої заграви, бо планета заходить ще до настання темряви. До кінця місяця тривалість видимості Венери збільшується до 11 хв через те, що вона буде заходити вже після настання темряви. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Овна. Наприкінці місяця видимий діаметр Венери становитиме $9.8''$.

У травні Венеру, як зорю -3.9 зоряної величини, можна спостерігати на заході ще до настання темряви: на початку місяця о 20 год 55 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 21 год 45 хв. Видно планету до її заходу: на початку місяця — о 21 год 05 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 22 год 25 хв. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Овна і Тельця. Її видимий діаметр упродовж місяця зростає до $10.2''$.

У червні Венеру, як зорю -3.9 зоряної величини, видно на заході (наприкінці місяця — на південному заході) ще до настання темряви: на початку місяця о 21 год 45 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 22 год. Видно планету до її заходу: на початку місяця — о 22 год 30 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 22 год 43 хв. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Тельця, Близнят, Рака. Її видимий діаметр наприкінці червня становитиме $11.2''$.

Венеру, як зорю -3.9 зоряної величини, можна спостерігати весь липень. Її видно на південному заході ще до настання темряви: на початку місяця о 22 год за літнім часом, наприкінці місяця — о 21 год 23 хв. На початку місяця планета заходить о 22 год 43 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 22 год. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Рака і Лева. Її видимий діаметр упродовж місяця збільшиться до $12.6''$.

Упродовж серпня Венеру видно, як зорю -4.0 зоряної величини. Її можна спостерігати на південному заході ще до настання темряви: на початку місяця о 21 год 20 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 20 год 20 хв. Видно планету до її заходу: на початку місяця — о 21 год 55 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 20 год 50 хв. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Лева й Діви. Її видимий діаметр наприкінці серпня становитиме $15.0''$.

У вересні Венеру, як зорю -4.1 зоряної величини, можна спостерігати на південному заході (наприкінці місяця — на південному заході, ближче до півдня) ще до настання темряви: на початку місяця — о 20 год 16 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 19 год 11 хв. Видно планету до її заходу: на початку місяця о 20 год 50 хв за літнім часом, наприкінці місяця о 19 год 54 хв. Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Діви і Терезів. Видимий діаметр Венери наприкінці вересня — $18.8''$.

Венеру, як зорю -4.3 зоряної величини, у жовтні можна спостерігати на південному заході, ближче до півдня, ще до настання темряви (о 19 год 08 хв літнього часу — початок місяця, 31 жовтня — о 17 год 09 хв київського часу). Видно планету до її заходу: на початку місяця — о 19 год 50 хв за літнім часом, 30 жовтня — о 19 год 29 хв літнього часу, 31 жовтня — о 18 год 29 хв за київським часом. На 29 жовтня припадає найбільша східна елонгація Венери $E = 47.0^\circ$. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Терезів, Скорпіона, Змієносця. Її видимий діаметр упродовж місяця зростає до $25.4''$.

У листопаді Венеру, як зорю -4.5 зоряної величини, можна спостерігати на південному заході, ближче до півдня, ще до настання темряви (на початку місяця — о 17 год 08 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 16 год 35 хв). Видно планету до її заходу: на початку місяця — о 18 год 29 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 18 год 37 хв. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ях Змієносця та Стрільця. Видимий діаметр Венери наприкінці листопада становитиме $39.0''$.

Венеру, як зорю -4.6 зоряної величини, у грудні можна спостерігати на південному заході, ближче до півдня, ще до настання темряви (на початку місяця — о 16 год 35 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 17 год 24 хв). Видно планету до її заходу: на початку місяця — о 18 год 36 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 17 год 30 хв. До стояння 18 грудня Венера переміщується прямим рухом, а далі назаднім по сузір'ю Стрільця. Видимий діаметр планети наприкінці грудня — $60.8''$.

МАРС

У 2021 р. буде два періоди видимості Марса. У січні триває *період вечірньої видимості*, який розпочався торік. Планету видно на південному сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до півдня) після настання темряви. Марс можна спостерігати до його заходу: на початку місяця приблизно о 2 год за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 1 год 20 хв. Блиск планети зменшується з -0.2 зоряної величини до $+0.4$. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Риб і Овна. Його видимий діаметр зменшиться упродовж місяця з $10.2''$ до $7.8''$.

У лютому Марс видно після настання темряви на південному сході, ближче до півдня (наприкінці місяця — на півдні). Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно о 1 год 20 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 1 год. Блиск планети зменшується з $+0.4$ зоряної величини до $+0.9$. Вона

переміщується прямим рухом по сузір'ях Овна і Тельця. Видимий діаметр Марса наприкінці лютого становитиме $6.4''$.

Упродовж березня Марс можна спостерігати (на півдні) після настання темряви і до його заходу: на початку місяця приблизно о 1 год за київським часом, 28 березня — в 0 год 40 хв за київським часом, 29—31 березня — приблизно о 1 год 40 хв уже літнього часу. Блиск планети зменшується з $+0.9$ зоряної величини до $+1.3$. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ю Тельця. Наприкінці березня його видимий діаметр становить $5.2''$.

У квітні Марс, як зорю $+1.4$ зоряної величини, видно на південному заході після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно о 1 год 35 хв літнього часу, наприкінці місяця — приблизно о 1 год. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Тельця і Близнят. Наприкінці квітня видимий діаметр планети становитиме $4.6''$.

Упродовж травня Марс, як зорю $+1.6$ зоряної величини, видно на південному заході (наприкінці місяця — на південному заході, ближче до заходу) після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно о 1 год літнього часу, наприкінці місяця — приблизно в 0 год 10 хв. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ю Близнят. Видимий діаметр планети наприкінці травня становитиме $4.2''$.

Марс у червні, як зорю $+1.8$ зоряної величини, видно на південному заході, ближче до заходу (наприкінці місяця — на заході), після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно в 0 год 05 хв літнього часу, наприкінці місяця — о 23 год. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ях Близнят і Рака. Видимий діаметр Марса наприкінці червня становитиме $3.8''$.

У липні Марс, як зорю $+1.8$ зоряної величини, видно на заході після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно о 23 год літнього часу, наприкінці місяця — приблизно о 21 год 40 хв. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Рака й Лева. Його видимий діаметр наприкінці липня становитиме $3.6''$.

Майже до кінця другої декади серпня Марс можна спостерігати на заході після настання темряви, як зорю $+1.8$ зоряної величини. Тривалість його видимості скорочується з 15 хв (на початку місяця) до нуля, і планета зникає в променях вечірньої заграви. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ю Лева. Видимий діаметр планети наприкінці періоду видимості становитиме $3.6''$.

Упродовж другої половини серпня, у вересні та майже весь жовтень Марс не видно. На 8 жовтня припадає сполучення Марса. В ос-

танні дні жовтня розпочнеться *другий період видимості планети — ранковий*. Марс, як зоря +1.7 зоряної величини, сходить на сході о 7 год за літнім часом (31 жовтня — о 6 год вже за київським часом), але через 5—8 хвилин зникає в променях ранкової зорі. У цей період планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Діви. Видимий діаметр Марса наприкінці жовтня становитиме 3.6".

У листопаді Марс, як зоря +1.6 зоряної величини, сходить на сході приблизно о 6 год за київським часом. Спостерігати планету можна до світанку: на початку місяця — приблизно до 6 год 15 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно до 7 год. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Діви і Терезів. Його видимий діаметр наприкінці листопада становитиме 3.7".

Марс у грудні видно, як зорю +1.6 зоряної величини, перед світанком на південному сході. Планета сходить приблизно о 6 год за київським часом. Тривалість її видимості збільшується з 1 год до 1 год 20 хв. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Терезів, Скорпіона і Змієноця. Видимий діаметр Марса наприкінці грудня становитиме 4.0".

ЮПІТЕР

У 2021 р. Юпітер доступний для спостережень майже цілий рік, окрім періоду третя декада січня — перші дві декади лютого. Блиск планети буде не менший, ніж -1.9 зоряної величини, а тому її можна спостерігати не лише вночі, але й на тлі ранкової зорі та вечірньої заграви. Це варто мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості Юпітера тільки в темну пору доби.

У січні Юпітер, як зорю -1.9 зоряної величини, видно на заході після настання темряви. Упродовж майже двох десятиденок планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно о 17 год 55 хв за київським часом, наприкінці періоду видимості — приблизно о 17 год 10 хв. На 29 січня припадає сполучення Юпітера. Упродовж періоду видимості він переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Видимі діаметри планети за дві декади січня зменшаться: екваторіальний — від 32.7 до 32.5", полярний — від 30.7 до 30.4".

Юпітер, як зорю -2.0 зоряної величини, можна спостерігати в останній тиждень лютого. Планета сходить на південному сході, ближче до сходу, приблизно о 6 год 18 хв за київським часом (наприкінці місяця — приблизно о 6 год). Видно її до світанку. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Наприкінці лютого видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний — 34.0", полярний — 30.8".

У березні Юпітер, як зоря -2.0 зоряної величини, сходить на південному сході, ближче до сходу. Моменти сходу будуть такими: 1 березня — приблизно 6 год за київським часом, 27 березня — 4 год 28 хв теж за київським часом, а в чотири останні дні місяця — 5 год 20 хв (± 5 хв) вже за літнім часом. Планету можна спостерігати до світанку. Тривалість її видимості збільшується з 15 хв до 50 хв. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Наприкінці березня видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний — $34.6''$, полярний — $32.4''$.

Юпітер, як зоря -2.1 зоряної величини, сходить у квітні на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця — приблизно о 5 год 05 хв літнього часу, наприкінці місяця — приблизно о 3 год 30 хв. Планету видно до світанку. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ях Козорога і Водоля. Наприкінці місяця видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний — $37.3''$, полярний — $34.8''$.

У травні Юпітер, як зоря -2.3 зоряної величини, сходить на сході: на початку місяця — приблизно о 3 год 25 хв літнього часу, наприкінці місяця — приблизно о 1 год 30 хв. Планету видно до світанку. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ю Водоля. Наприкінці місяця видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний — $41.0''$, полярний — $38.3''$.

Юпітер, як зоря -2.5 зоряної величини, сходить у червні на сході: на початку місяця — приблизно о 1 год 30 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 23 год 35 хв. Планету видно до світанку. До стояння 21 червня планета переміщується прямим рухом, а далі назаднім по сузір'ю Водоля. Наприкінці місяця видимі діаметри Юпітера становитимуть: екваторіальний — $45.1''$, полярний — $42.1''$.

У липні Юпітер, як зоря -2.7 зоряної величини, сходить на сході: на початку місяця — приблизно о 23 год 30 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 21 год 30 хв. Планету видно до світанку. Вона переміщується назаднім рухом по сузір'ю Водоля. Видимі діаметри планети на кінець липня становитимуть: екваторіальний — $48.3''$, полярний — $45.2''$.

Упродовж серпня Юпітер, як зорю -2.9 зоряної величини, можна спостерігати на південному сході після настання темряви. Оскільки планета сходить ще до закінчення громадянських присмерків (в останню десятиденку місяця — до заходу Сонця), то вона видна на південному сході як така, що вже піднялася на деяку висоту. Юпітер можна спостерігати до світанку (20 серпня відбудеться протистояння планети із Сонцем), а впродовж останньої п'ятиденки місяця — до його заходу (приблизно о 5 год 25 хв — 5 год 05 хв літнього часу). Юпітер переміщується назаднім рухом по сузір'ях Водоля і Козоро-

га. Видимі діаметри планети наприкінці серпня становитимуть: екваторіальний — 48.9", полярний — 45.7".

У вересні Юпітер, як зорю -2.8 зоряної величини, видно на південному сході після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно о 5 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 3 год. Юпітер переміщується назаднім рухом по сузір'ю Козорога. Видимі діаметри планети наприкінці вересня становитимуть: екваторіальний — 46.4", полярний — 43.4".

Юпітер, як зорю -2.6 зоряної величини, у жовтні видно на південному сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до півдня) після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця о 2 год 50 хв за літнім часом, 30 жовтня — в 0 год 53 хв літнього часу, а 31 жовтня Юпітер заходить двічі — в 0 год 50 хв літнього часу та о 23 год 46 хв уже за київським часом. До стояння 18 жовтня Юпітер переміщується назаднім рухом, а потім прямим по сузір'ю Козорога. Видимі діаметри планети наприкінці жовтня становитимуть: екваторіальний — 42.3", полярний — 39.5".

У листопаді Юпітер, як зорю -2.4 зоряної величини, видно на південному сході, ближче до півдня (наприкінці місяця — на півдні), після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно о 23 год 40 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 22 год. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Видимі діаметри планети наприкінці листопада становитимуть: екваторіальний — 38.4", полярний — 36.0".

Юпітер, як зорю -2.2 зоряної величини, в грудні видно у південній частині неба після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно о 22 год за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 20 год 30 хв. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ях Козорога і Водолія. Видимі діаметри планети наприкінці грудня становитимуть: екваторіальний — 35.5", полярний — 33.2".

САТУРН

У 2021 р. планету можна спостерігати протягом усього року, окрім другої половини січня — першої половини лютого. У січні закінчується *період вечірньої видимості* Сатурна, що почався торік. Планету можна спостерігати в першій половині місяця. Після настання темряви її, як зорю +0.6 зоряної величини, видно на півдні (наприкінці другого тижня — на південному заході). Тривалість видимості планети до її заходу становить на початку місяця приблизно 1 год, поступово вона зменшується до нуля. На 24 січня припадає сполучення Сатурна. Планета в

цей період видимості переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри становитимуть приблизно 15.1 і 13.5" відповідно.

У лютому Сатурн, як зоря +0.7 зоряної величини, можна спостерігати в другій половині місяця. Він сходить на південному сході: спочатку приблизно о 6 год 30 хв за київським часом, наприкінці місяця - приблизно о 5 год 40 хв. Видно його до світанку. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці лютого становитимуть приблизно 15.3 і 13.7" відповідно.

Сатурн в березні сходить, як зоря +0.7 зоряної величини, на південному сході: на початку місяця приблизно о 5 год 35 хв за київським часом, 27 березня — о 4 год 02 хв за київським часом, 28 березня та далі — приблизно о 5 год вже літнього часу. Видно його до світанку. Сатурн переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети наприкінці березня становитимуть приблизно 15.8 і 14.1" відповідно.

Упродовж квітня Сатурн, як зоря +0.7 зоряної величини, сходить на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця приблизно о 4 год 40 хв літнього часу, наприкінці місяця — приблизно о 3 год. Видно його до світанку. Планета переміщується прямим рухом сузір'ям Козорога. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці квітня становитимуть приблизно 16.6 і 14.8" відповідно.

У травні Сатурн, як зоря +0.6 зоряної величини, сходить на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця приблизно о 2 год 45 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно в 0 год 50 хв. Видно його до світанку. До стояння 23 травня планета переміщується прямим рухом, а далі назаднім по сузір'ю Козорога. Видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна наприкінці травня становитимуть приблизно 17.5 і 15.6" відповідно.

Сатурн у червні сходить, як зоря +0.5 зоряної величини, на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця в 0 год 50 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 22 год 50 хв. Планету можна спостерігати до світанку. Вона переміщується назаднім рухом по сузір'ю Козорога. Видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна наприкінці червня становитимуть приблизно 18.2 і 16.2" відповідно.

У липні Сатурн, як зоря +0.3 зоряної величини, сходить приблизно о 22 год 45 хв за літнім часом на південному сході, ближче до сходу (наприкінці місяця — на південному сході). Поступово моменти сходу зміщуються на світлу частину доби. Тому в другій половині місяця Сатурн після настання темряви буде видно на південному сході як такий,

що вже піднявся на деяку висоту над горизонтом. Спостерігати його можна до світанку. Планета переміщується назаднім рухом по сузір'ю Козорога. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці липня становитимуть приблизно 18.5 і 16.5" відповідно.

Упродовж серпня Сатурн, як зорю +0.2 зоряної величини, видно після настання темряви на південному сході. Планету можна спостерігати до світанку (упродовж першої десятиденки), а далі — до її заходу: спочатку приблизно о 4 год 55 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 3 год 30 хв. На 2 серпня припадає протистояння Сатурна. Він переміщується назаднім рухом по сузір'ю Козорога. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети наприкінці серпня становитимуть приблизно 18.3 і 16.3" відповідно.

Сатурн у вересні можна спостерігати після настання темряви, як зорю +0.4 зоряної величини, у південно-східній ділянці неба, ближче до півдня (наприкінці місяця — на півдні). Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно о 3 год 25 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 1 год 25 хв. Планета переміщується назаднім рухом по сузір'ю Козорога. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці вересня становитимуть приблизно 17.6 і 15.7" відповідно.

Сатурн у жовтні видно в південній ділянці неба після настання темряви. Він сяє як зоря +0.5 зоряної величини. На початку місяця планета заходить о 1 год 15 хв за літнім часом, 30 жовтня — о 23 год 24 хв за літнім часом, 31 жовтня — о 22 год 20 хв уже за київським часом. Тривалість видимості Сатурна скорочується і наприкінці жовтня становитиме 5 год 10 хв. До стояння 11 жовтня планета переміщується назаднім рухом, а далі прямим, по сузір'ю Козорога. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці жовтня становитимуть приблизно 16.7 і 14.9" відповідно.

Упродовж листопада Сатурн, як зорю +0.7 зоряної величини, можна спостерігати після настання темряви на півдні. Планету видно до її заходу: на початку місяця — приблизно о 22 год 15 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 20 год 35 хв. Сатурн переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці листопада становитимуть приблизно 16.0 і 14.2" відповідно.

У грудні Сатурн, як зорю +0.7 зоряної величини, після настання темряви видно на півдні. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно о 20 год 25 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 18 год 50 хв. Тривалість видимості планети наприкінці грудня становитиме 2 год 04 хв. Сатурн переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці грудня становитимуть приблизно 15.4 та 13.8" відповідно.

УРАН

У 2021 р. буде *два періоди видимості* Урана. *Перший період видимості*, який розпочався ще торік, триватиме в січні, лютому, березні, квітні (крім останньої декади). *Другий період видимості* розпочнеться на початку третьої декади травня.

Уран у січні та лютому видно звечора, після настання темряви, у південно-східній, південній і південно-західній ділянках неба. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку року — о 2 год 43 хв за київським часом, наприкінці січня — в 0 год 46 хв, наприкінці лютого — о 22 год 56 хв. Тривалість видимості Урана за цей період скоротиться з 10 год до 4 год 45 хв. На 14 січня припадає стояння Урана.

У березні Уран можна спостерігати після смеркання у південно-західній і західній ділянках неба. Він заходить на початку місяця о 22 год 52 хв за київським часом, а наприкінці місяця — о 22 год 02 хв літнього часу. Тривалість видимості планети зменшиться і наприкінці місяця становитиме 2 год 00 хв.

Уран у квітні можна спостерігати до початку третьої декади місяця — після настання темряви, у західній частині неба, низько над горизонтом. Він заходить на початку місяця о 21 год 59 хв літнього часу, 22 квітня — о 20 год 43 хв, а далі зникає у променях вечірньої заграви. На 30 квітня припадає сполучення Урана зі Сонцем.

Уран можна спостерігати знову, вже на ранковому небі, з початку третьої декади травня — настане *другий період видимості* планети, який закінчиться наступного року. Уран сходитиме: 22 травня — о 4 год 17 хв за літнім часом; наприкінці травня — о 3 год 43 хв; наприкінці червня — о 1 год 48 хв; наприкінці липня — о 23 год 44 хв; 31 серпня — о 21 год 42 хв. Його видно до світанку: на початку періоду видимості — впродовж кількох хвилин, а наприкінці серпня — 7 год 51 хв. На 20 серпня припадає стояння планети.

У вересні Уран можна спостерігати з вечора (на початку місяця планета сходить о 21 год 39 хв літнього часу, наприкінці місяця — о 19 год 43 хв) до світанку. Наприкінці другої декади жовтня Уран сходитиме ще під час вечірніх присмерків (схід 17 жовтня — о 18 год 35 хв). Тривалість видимості планети на початку вересня становила приблизно 8 год, наприкінці першої десятиденки листопада — приблизно 13 год 30 хв. З початку другої декади листопада вона меншає, бо планета заходитиме ще до світанку, і наприкінці листопада становитиме 12 год 40 хв, а наприкінці грудня — 10 год 30 хв. На 5 листопада припадає протистояння Урана з Сонцем.

Блиск Урана впродовж року становитиме приблизно +5.7 зоряної величини, а видимий діаметр планети — 3.6". До стояння 14 січня Уран переміщується назаднім рухом, далі до стояння 20 серпня — пря-

мим, після чого знову назаднім. Планета цілий рік перебуватиме в сузір'ї Овна.

НЕПТУН

Цю планету не видно неозброєним оком. Її можна спостерігати лише через бінокль чи телескоп. У 2021 р. буде *два періоди видимості* Нептуна. *Перший період*, який розпочався ще торік, закінчиться в перші дні березня. *Другий період* розпочнеться після першого тижня квітня й закінчиться в наступному році.

Нептун можна спостерігати впродовж січня й до початку березня. Планету видно у південній та південно-західній частині неба після настання темряви і до заходу. На початку січня Нептун заходить за горизонт о 22 год 07 хв за київським часом, на початку лютого — о 20 год 10 хв, а в перші дні березня зникає в променях вечірньої заграви. За цей період тривалість видимості планети скоротиться з 5 год 24 хв до нуля. На 11 березня припадає сполучення Нептуна з Сонцем.

Нептун знову буде доступним для спостережень після першого тижня квітня вже перед світанком — настане *другий період видимості*, котрий закінчиться наступного року. На початку другого періоду видимості (8 квітня) планета зійде о 5 год 40 хв за літнім часом; 1 травня момент сходу Нептуна — 4 год 11 хв за літнім часом. На початку літніх місяців моменти сходу будуть такі: червень — 2 год 10 хв, липень — 0 год 09 хв, серпень — 22 год 06 хв. Тривалість видимості Нептуна збільшується з кількох хвилин до 6 год 42 хв.

З початку останньої п'ятиденки серпня планета сходить на тілі вечірньої заграви, тобто до настання темряви, тому на потемнілому небі її можна спостерігати над горизонтом уже на певній висоті. До кінця серпня й упродовж перших двох десятиденок вересня Нептун видно всю ніч — максимальна тривалість видимості становить 10 год 35 хв. На 14 вересня припадає його протистояння з Сонцем. З початку третьої декади вересня планета заходитиме ще до настання ранкових присмерків (22 вересня — о 6 год 06 хв за літнім часом), тому тривалість її видимості далі буде скорочуватися.

Упродовж наступних місяців Нептун видно після закінчення вечірніх присмерків і до заходу: 1 жовтня — 5 год 29 хв літнього часу, 1 листопада — 2 год 24 хв київського часу, 1 грудня — 0 год 24 хв, 31 грудня — 22 год 24 хв. Тривалість видимості планети далі скорочуватиметься і наприкінці року становитиме 5 год 42 хв.

Блиск Нептуна впродовж року становитиме приблизно +7.9 зоряної величини; його видимий діаметр — в середньому 2.2". Планета весь час перебуватиме в сузір'ї Водолія. До стояння 26 червня Нептун переміщуватиметься прямим рухом, далі до стояння 1 грудня — назаднім, а потім знову прямим.

ПЛАНЕТНІ КОНФІГУРАЦІЇ
(за всесвітнім часом)

| Дата | Час, год | Конфігурація |
|----------|----------|-------------------------------------|
| | | Меркурій |
| Січень | 24 | найбільша східна елонгація E 18.6° |
| | 30 | стояння |
| Лютий | 8 | нижнє сполучення |
| | 20 | стояння |
| Березень | 6 | найбільша західна елонгація W 27.3° |
| Квітень | 19 | верхнє сполучення |
| Травень | 17 | найбільша східна елонгація E 22.0° |
| | 30 | стояння |
| Червень | 11 | нижнє сполучення |
| | 22 | стояння |
| Липень | 4 | найбільша західна елонгація W 21.6° |
| Серпень | 1 | верхнє сполучення |
| Вересень | 14 | найбільша східна елонгація E 26.8° |
| | 27 | стояння |
| Жовтень | 9 | нижнє сполучення |
| | 18 | стояння |
| Листопад | 25 | найбільша західна елонгація W 18.4° |
| | 29 | верхнє сполучення |
| | | Венера |
| Березень | 26 | верхнє сполучення |
| Жовтень | 29 | найбільша східна елонгація E 47.0° |
| Грудень | 18 | стояння |
| | | Марс |
| Жовтень | 8 | сполучення |
| | | Юпітер |
| Січень | 29 | сполучення |
| Червень | 21 | стояння |
| Серпень | 20 | протистояння |
| Жовтень | 18 | стояння |
| | | Сатурн |
| Січень | 24 | сполучення |
| Травень | 23 | стояння |
| Серпень | 2 | протистояння |
| Жовтень | 11 | стояння |
| | | Уран |
| Січень | 14 | стояння |
| Квітень | 30 | сполучення |
| Серпень | 20 | стояння |
| Листопад | 5 | протистояння |
| | | Нептун |
| Березень | 11 | сполучення |
| Червень | 26 | стояння |
| Вересень | 14 | протистояння |
| Грудень | 1 | стояння |

Таблиця 16

**СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ
(за всесвітнім часом)**

| Дата | Час, год | Сполучення | Видима відстань, град. | |
|----------|----------|----------------------|------------------------|---|
| Січень | 9 | Меркурій із Сатурном | 1.7 | S |
| | 11 | Меркурій з Юпітером | 1.5 | S |
| | 21 | Марс із Ураном | 1.7 | N |
| Лютий | 6 | Венера із Сатурном | 0.4 | S |
| | 11 | Венера з Юпітером | 0.4 | S |
| | 12 | Меркурій із Венерою | 4.8 | N |
| | 13 | Меркурій з Юпітером | 4.2 | N |
| Березень | 5 | Меркурій з Юпітером | 0.3 | N |
| | 14 | Венера з Нептуном | 0.4 | S |
| | 29 | Меркурій із Нептуном | 1.4 | S |
| Квітень | 22 | Венера з Ураном | 0.3 | S |
| | 24 | Меркурій з Ураном | 0.8 | N |
| | 26 | Меркурій із Венерою | 1.3 | N |
| Травень | 29 | Меркурій із Венерою | 0.4 | N |
| Липень | 13 | Венера з Марсом | 0.5 | N |
| Серпень | 19 | Меркурій із Марсом | 1.1 | S |
| Жовтень | 9 | Меркурій із Марсом | 2.9 | S |
| Листопад | 10 | Меркурій із Марсом | 1.1 | N |
| Грудень | 29 | Меркурій із Венерою | 4.2 | S |

Примітка. Літера N (або S) в останньому стовпчику таблиці вказує, що перша планета міститься далі на північ (або далі на південь), ніж друга.

Таблиця 17

**СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ ІЗ МІСЯЦЕМ
(за всесвітнім часом)**

| Дата | Час, год | Планета | Видима відстань, град. | | Дата | Час, год | Планета | Видима відстань, град. | |
|--------|----------|----------|------------------------|---|-------|----------|----------|------------------------|---|
| Січень | | | | | Лютий | | | | |
| 11 | 20.2 | Венера | 1.5 | N | 10 | 11.2 | Сатурн | 3.4 | N |
| 13 | 20.9 | Сатурн | 3.2 | N | 10 | 20.4 | Венера | 3.2 | N |
| 14 | 1.5 | Юпітер | 3.3 | N | 10 | 21.6 | Юпітер | 3.7 | N |
| 14 | 8.2 | Меркурій | 2.3 | N | 11 | 3.3 | Меркурій | 8.3 | N |
| 17 | 6.3 | Нептун | 4.5 | N | 13 | 17.0 | Нептун | 4.3 | N |
| 21 | 5.6 | Марс | 5.1 | N | 17 | 15.8 | Уран | 3.0 | N |
| 21 | 6.4 | Уран | 3.3 | N | 18 | 22.8 | Марс | 3.7 | N |

Примітка. Літера S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься далі на південь (або далі на північ), ніж центр Місяця.

Продовження табл. 17

| Дата | Час, год | Планета | Видима відстань, град. | | Дата | Час, год | Планета | Видима відстань, град. | |
|----------|----------|----------|------------------------|---|---------|----------|----------|------------------------|---|
| Березень | | | | | Квітень | | | | |
| 9 | 23.0 | Сатурн | 3.7 | N | 6 | 8.5 | Сатурн | 4.0 | N |
| 10 | 15.6 | Юпітер | 4.0 | N | 7 | 7.3 | Юпітер | 4.4 | N |
| 11 | 1.0 | Меркурій | 3.7 | N | 9 | 10.8 | Нептун | 4.3 | N |
| 13 | 0.3 | Венера | 3.9 | N | 11 | 6.0 | Меркурій | 3.0 | N |
| 13 | 2.7 | Нептун | 4.3 | N | 12 | 9.8 | Венера | 2.9 | N |
| 17 | 1.9 | Уран | 2.7 | N | 13 | 11.7 | Уран | 2.5 | N |
| 19 | 17.8 | Марс | 1.9 | N | 17 | 12.1 | Марс | 0.1 | N |
| Травень | | | | | Червень | | | | |
| 3 | 17.0 | Сатурн | 4.2 | N | 1 | 9.0 | Юпітер | 4.6 | N |
| 4 | 21.1 | Юпітер | 4.6 | N | 3 | 1.1 | Нептун | 4.5 | N |
| 6 | 17.9 | Нептун | 4.4 | N | 7 | 6.3 | Уран | 2.2 | N |
| 10 | 21.1 | Уран | 2.4 | N | 10 | 13.2 | Меркурій | 4.0 | S |
| 12 | 22.1 | Венера | 0.7 | N | 12 | 6.7 | Венера | 1.5 | S |
| 13 | 18.0 | Меркурій | 2.1 | N | 13 | 19.9 | Марс | 2.8 | S |
| 16 | 4.8 | Марс | 1.5 | S | 27 | 9.5 | Сатурн | 4.0 | N |
| 31 | 1.3 | Сатурн | 4.2 | N | 28 | 18.7 | Юпітер | 4.5 | N |
| | | | | | 30 | 9.2 | Нептун | 4.4 | N |
| Липень | | | | | Серпень | | | | |
| 4 | 15.4 | Уран | 2.1 | N | 1 | 0.5 | Уран | 1.8 | N |
| 8 | 4.6 | Меркурій | 3.7 | S | 9 | 3.3 | Меркурій | 3.4 | S |
| 12 | 9.2 | Венера | 3.3 | S | 10 | 0.7 | Марс | 4.3 | S |
| 12 | 10.2 | Марс | 3.8 | S | 11 | 7.0 | Венера | 4.3 | S |
| 24 | 16.7 | Сатурн | 3.8 | N | 20 | 22.3 | Сатурн | 3.7 | N |
| 26 | 1.4 | Юпітер | 4.2 | N | 22 | 5.0 | Юпітер | 4.0 | N |
| 27 | 17.8 | Нептун | 4.2 | N | 24 | 1.9 | Нептун | 4.0 | N |
| | | | | | 28 | 9.0 | Уран | 1.5 | N |
| Вересень | | | | | Жовтень | | | | |
| 7 | 16.4 | Марс | 4.2 | S | 6 | 9.7 | Марс | 3.6 | S |
| 8 | 20.3 | Меркурій | 6.5 | S | 6 | 17.7 | Меркурій | 6.9 | S |
| 10 | 2.2 | Венера | 4.1 | S | 9 | 18.6 | Венера | 2.9 | S |
| 17 | 2.6 | Сатурн | 3.8 | N | 14 | 7.2 | Сатурн | 3.9 | N |
| 18 | 6.9 | Юпітер | 4.0 | N | 15 | 10.1 | Юпітер | 4.1 | N |
| 20 | 8.8 | Нептун | 4.0 | N | 17 | 14.0 | Нептун | 4.1 | N |
| 24 | 16.2 | Уран | 1.3 | N | 21 | 21.7 | Уран | 1.3 | N |

Примітка. Літера S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься далі на південь (або далі на північ), ніж центр Місяця.

Закінчення табл. 17

| Дата | Час, год | Планета | Видима відстань, град. | | Дата | Час, год | Планета | Видима відстань, град. | |
|----------|-------------|----------|---------------------------|---|---------|-------------|----------|---------------------------|---|
| Листопад | | | | | Грудень | | | | |
| 3 | 18.7 | Меркурій | 1.2 | S | 3 | 0.5 | Марс | 0.7 | S |
| 4 | 4.6 | Марс | 2.3 | S | 4 | 12.7 | Меркурій | 0.0 | N |
| 8 | 5.4 | Венера | 1.1 | S | 7 | 0.8 | Венера | 1.9 | N |
| 10 | 14.4 | Сатурн | 4.1 | N | 8 | 1.8 | Сатурн | 4.2 | N |
| 11 | 17.3 | Юпітер | 4.4 | N | 9 | 6.2 | Юпітер | 4.5 | N |
| 13 | 18.6 | Нептун | 4.2 | N | 11 | 0.8 | Нептун | 4.2 | N |
| 18 | 1.9 | Уран | 1.5 | N | 15 | 5.9 | Уран | 1.5 | N |
| | | | | | 31 | 20.2 | Марс | 0.9 | N |

Примітка. Літера S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься далі на південь (або далі на північ), ніж центр Місяця.

Таблиця 18

ЕФЕМЕРИДИ ПЛАНЕТ

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Видимий діаметр | Фаза | Фазо- вий кут | Схід | Верхня кульмі- нація | Захід | Азимути точок сходу та заходу |
|------|---------------------------|----------|---------------------------|--------------------|------|---------------------|--|----------------------------|--------|--|
| | на 0 год уссвітнього часу | | | | | | для $\lambda = \lambda^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ° ' " | | " | | ° | год хв | год хв | год хв | |

МЕРКУРІЙ

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----|---------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-----|
| I | 1 | 19 18.0 | -24 21 | -1.0 | 4.84 | 0.98 | 16.7 | 8 41 | 12 36 | 16 31 | 51 |
| | 5 | 19 46.2 | -23 22 | -0.9 | 4.99 | 0.96 | 23.4 | 8 47 | 12 48 | 16 51 | 53 |
| | 9 | 20 14.1 | -21 59 | -0.9 | 5.19 | 0.93 | 31.6 | 8 50 | 13 00 | 17 12 | 55 |
| | 13 | 20 40.9 | -20 12 | -0.9 | 5.47 | 0.87 | 41.5 | 8 50 | 13 11 | 17 34 | 59 |
| | 17 | 21 05.9 | -18 05 | -0.9 | 5.86 | 0.79 | 53.9 | 8 47 | 13 20 | 17 55 | 62 |
| | 21 | 21 27.7 | -15 45 | -0.8 | 6.40 | 0.68 | 69.4 | 8 39 | 13 26 | 18 13 | 66 |
| | 25 | 21 44.1 | -13 28 | -0.5 | 7.13 | 0.52 | 88.3 | 8 28 | 13 26 | 18 25 | 70 |
| | 29 | 21 52.2 | -11 37 | 0.2 | 8.07 | 0.32 | 110.6 | 8 10 | 13 17 | 18 24 | 73 |
| II | 2 | 21 49.6 | -10 37 | 1.5 | 9.11 | 0.14 | 135.5 | 7 46 | 12 57 | 18 08 | 74 |
| | 6 | 21 36.7 | -10 45 | 3.6 | 9.99 | 0.03 | 160.2 | 7 18 | 12 28 | 17 37 | 74 |
| | 10 | 21 18.4 | -11 49 | 4.3 | 10.39 | 0.01 | 166.1 | 6 50 | 11 54 | 16 57 | 72 |
| | 14 | 21 02.1 | -13 17 | 2.5 | 10.20 | 0.08 | 146.4 | 6 26 | 11 22 | 16 18 | 70 |
| | 18 | 20 52.9 | -14 36 | 1.4 | 9.64 | 0.19 | 128.0 | 6 08 | 10 58 | 15 48 | 68 |
| | 22 | 20 51.9 | -15 33 | 0.7 | 8.95 | 0.30 | 113.1 | 5 57 | 10 42 | 15 28 | 66 |
| | 26 | 20 57.7 | -16 02 | 0.4 | 8.28 | 0.40 | 101.1 | 5 50 | 10 33 | 15 16 | 65 |
| III | 2 | 21 08.8 | -16 05 | 0.3 | 7.69 | 0.49 | 91.3 | 5 45 | 10 29 | 15 12 | 65 |
| | 6 | 21 23.7 | -15 42 | 0.2 | 7.18 | 0.56 | 83.2 | 5 42 | 10 28 | 15 14 | 66 |
| | 10 | 21 41.3 | -14 55 | 0.1 | 6.76 | 0.62 | 76.2 | 5 40 | 10 30 | 15 21 | 67 |
| | 14 | 22 00.8 | -13 45 | 0.0 | 6.40 | 0.67 | 70.1 | 5 37 | 10 34 | 15 31 | 69 |
| | 18 | 22 21.8 | -12 14 | 0.0 | 6.09 | 0.72 | 64.3 | 5 35 | 10 39 | 15 45 | 72 |
| | 22 | 22 43.9 | -10 23 | -0.1 | 5.83 | 0.76 | 58.8 | 5 32 | 10 46 | 16 01 | 75 |
| | 26 | 23 07.0 | -8 11 | -0.2 | 5.61 | 0.80 | 53.2 | 5 28 | 10 53 | 16 19 | 78 |
| | 30 | 23 31.1 | -5 41 | -0.4 | 5.42 | 0.84 | 47.3 | 5 24 | 11 01 | 16 40 | 82 |
| IV | 3 | 23 56.1 | -2 54 | -0.6 | 5.27 | 0.88 | 40.7 | 5 20 | 11 11 | 17 03 | 86 |
| | 7 | 0 22.2 | +0 11 | -0.8 | 5.15 | 0.92 | 33.2 | 5 16 | 11 21 | 17 29 | 91 |
| | 11 | 0 49.7 | +3 30 | -1.2 | 5.07 | 0.96 | 24.2 | 5 12 | 11 33 | 17 57 | 96 |
| | 15 | 1 18.5 | +7 00 | -1.6 | 5.03 | 0.99 | 13.5 | 5 08 | 11 46 | 18 28 | 102 |
| | 19 | 1 49.0 | +10 36 | -2.2 | 5.05 | 1.00 | 1.8 | 5 04 | 12 01 | 19 01 | 108 |
| | 23 | 2 20.7 | +14 08 | -1.9 | 5.15 | 0.98 | 14.7 | 5 02 | 12 17 | 19 36 | 113 |
| | 27 | 2 53.3 | +17 25 | -1.5 | 5.35 | 0.93 | 31.2 | 5 01 | 12 34 | 20 11 | 119 |
| V | 1 | 3 25.5 | +20 15 | -1.2 | 5.66 | 0.83 | 48.2 | 5 00 | 12 51 | 20 43 | 124 |
| | 5 | 3 56.1 | +22 27 | -0.8 | 6.08 | 0.72 | 64.4 | 5 01 | 13 05 | 21 11 | 127 |
| | 9 | 4 23.9 | +23 59 | -0.4 | 6.62 | 0.59 | 79.2 | 5 03 | 13 17 | 21 32 | 130 |
| | 13 | 4 48.0 | +24 54 | 0.0 | 7.27 | 0.48 | 92.5 | 5 05 | 13 25 | 21 45 | 132 |
| | 17 | 5 07.9 | +25 15 | 0.4 | 8.02 | 0.37 | 104.6 | 5 07 | 13 28 | 21 50 | 132 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Продовження табл. 18

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Види- мий діаметр | Фаза | Фазо- вий кут | Схід | Верхня кульми- нація | Захід | Азимути точок сходу та заходу |
|--------|----------------------------|----------|---------------------------|-------------------------|------|---------------------|--|----------------------------|--------|--|
| | на 0 год усесвітнього часу | | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ' | " | " | " | " | год хв | год хв | год хв | |
| V 21 | 5 22.9+25 07 | | 0.9 | 8.85 | 0.28 | 116.1 | 5 07 | 13 27 | 21 47 | 132 |
| 25 | 5 32.6+24 36 | | 1.5 | 9.74 | 0.20 | 127.4 | 5 04 | 13 20 | 21 35 | 131 |
| 29 | 5 36.8+23 45 | | 2.2 | 10.62 | 0.12 | 138.9 | 4 58 | 13 08 | 21 17 | 130 |
| VI 2 | 5 35.6+22 41 | | 3.1 | 11.41 | 0.06 | 150.9 | 4 49 | 12 51 | 20 51 | 128 |
| 6 | 5 29.9+21 28 | | 4.3 | 11.98 | 0.02 | 163.0 | 4 35 | 12 29 | 20 22 | 125 |
| 10 | 5 21.4+20 15 | | 5.4 | 12.22 | 0.00 | 172.8 | 4 18 | 12 05 | 19 50 | 123 |
| 14 | 5 12.4+19 13 | | 4.7 | 12.06 | 0.01 | 167.2 | 4 00 | 11 40 | 19 19 | 122 |
| 18 | 5 05.3+18 31 | | 3.5 | 11.56 | 0.05 | 155.2 | 3 41 | 11 17 | 18 53 | 120 |
| 22 | 5 01.8+18 16 | | 2.5 | 10.80 | 0.10 | 143.1 | 3 23 | 10 59 | 18 34 | 120 |
| 26 | 5 03.2+18 27 | | 1.7 | 9.92 | 0.17 | 131.3 | 3 08 | 10 45 | 18 22 | 120 |
| 30 | 5 09.7+19 03 | | 1.1 | 9.02 | 0.25 | 119.7 | 2 55 | 10 36 | 18 18 | 121 |
| VII 4 | 5 21.6+19 54 | | 0.6 | 8.16 | 0.34 | 108.0 | 2 46 | 10 33 | 18 20 | 123 |
| 8 | 5 38.7+20 54 | | 0.1 | 7.38 | 0.45 | 95.7 | 2 41 | 10 34 | 18 28 | 125 |
| 12 | 6 00.9+21 51 | | -0.3 | 6.70 | 0.57 | 82.3 | 2 42 | 10 41 | 18 42 | 126 |
| 16 | 6 28.0+22 35 | | -0.7 | 6.14 | 0.69 | 67.4 | 2 49 | 10 53 | 18 58 | 128 |
| 20 | 6 59.3+22 52 | | -1.1 | 5.69 | 0.81 | 51.2 | 3 02 | 11 09 | 19 16 | 128 |
| 24 | 7 33.8+22 32 | | -1.4 | 5.36 | 0.91 | 34.2 | 3 23 | 11 28 | 19 32 | 127 |
| 28 | 8 09.5+21 30 | | -1.8 | 5.14 | 0.98 | 17.9 | 3 50 | 11 48 | 19 44 | 126 |
| VIII 1 | 8 44.8+19 48 | | -2.0 | 5.02 | 1.00 | 5.6 | 4 20 | 12 07 | 19 52 | 123 |
| 5 | 9 18.3+17 34 | | -1.6 | 4.98 | 0.99 | 12.2 | 4 51 | 12 25 | 19 56 | 119 |
| 9 | 9 49.4+14 58 | | -1.2 | 5.00 | 0.96 | 22.5 | 5 21 | 12 40 | 19 57 | 114 |
| 13 | 10 18.1+12 08 | | -0.9 | 5.07 | 0.93 | 31.4 | 5 49 | 12 53 | 19 54 | 110 |
| 17 | 10 44.6 +9 12 | | -0.6 | 5.17 | 0.89 | 38.9 | 6 15 | 13 03 | 19 49 | 105 |
| 21 | 11 09.1 +6 13 | | -0.4 | 5.31 | 0.85 | 45.5 | 6 39 | 13 12 | 19 43 | 100 |
| 25 | 11 31.9 +3 16 | | -0.2 | 5.48 | 0.81 | 51.5 | 7 00 | 13 19 | 19 36 | 96 |
| 29 | 11 53.1 +0 24 | | -0.1 | 5.69 | 0.77 | 57.1 | 7 19 | 13 24 | 19 27 | 91 |
| IX 2 | 12 12.8 -2 21 | | -0.0 | 5.93 | 0.73 | 62.7 | 7 36 | 13 28 | 19 18 | 87 |
| 6 | 12 31.1 -4 57 | | 0.1 | 6.22 | 0.68 | 68.4 | 7 51 | 13 30 | 19 08 | 83 |
| 10 | 12 47.8 -7 21 | | 0.1 | 6.56 | 0.63 | 74.6 | 8 03 | 13 31 | 18 57 | 79 |
| 14 | 13 02.6 -9 29 | | 0.2 | 6.97 | 0.57 | 81.6 | 8 13 | 13 30 | 18 45 | 76 |
| 18 | 13 14.9 -11 16 | | 0.3 | 7.46 | 0.50 | 89.7 | 8 18 | 13 26 | 18 33 | 73 |
| 22 | 13 24.0 -12 36 | | 0.4 | 8.03 | 0.42 | 99.5 | 8 17 | 13 19 | 18 19 | 71 |
| 26 | 13 28.5 -13 18 | | 0.7 | 8.69 | 0.32 | 111.5 | 8 09 | 13 07 | 18 04 | 70 |
| 30 | 13 27.1 -13 08 | | 1.3 | 9.38 | 0.20 | 126.5 | 7 51 | 12 49 | 17 48 | 70 |
| X 4 | 13 18.9 -11 53 | | 2.5 | 9.97 | 0.09 | 145.3 | 7 20 | 12 24 | 17 30 | 72 |
| 8 | 13 04.8 -9 30 | | 4.5 | 10.21 | 0.01 | 167.3 | 6 38 | 11 54 | 17 12 | 76 |
| 12 | 12 49.7 -6 33 | | 4.1 | 9.89 | 0.02 | 164.4 | 5 53 | 11 24 | 16 56 | 81 |
| 16 | 12 39.9 -4 04 | | 1.7 | 9.06 | 0.13 | 138.1 | 5 16 | 10 59 | 16 43 | 84 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Продовження табл. 18

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Види- мий діаметр | Фаза | Фазо- вий кут | Схід | Верхня кульмі- нація | Захід | Азимути точок сходу та заходу |
|---------------|----------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|-------|---------------------|--|----------------------------|--------|--|
| | на 0 год усесвітнього часу | | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ' | " | " | " | " | год хв | год хв | год хв | |
| X 20 | 12 39.8 | -2 55 0.3 | 8.04 | 0.31 | 112.6 | 4 55 | 10 44 | 16 33 | 86 | |
| 24 | 12 49.2 | -3 14 | -0.4 | 7.11 | 0.50 | 89.7 | 4 51 | 10 39 | 16 26 | 86 |
| 28 | 13 05.5 | -4 41 | -0.7 | 6.38 | 0.67 | 70.4 | 4 58 | 10 40 | 16 20 | 83 |
| XI 1 | 13 25.9 | -6 47 | -0.8 | 5.84 | 0.79 | 54.6 | 5 14 | 10 44 | 16 14 | 80 |
| 5 | 13 48.6 | -9 13 | -0.9 | 5.44 | 0.87 | 41.9 | 5 33 | 10 52 | 16 09 | 76 |
| 9 | 14 12.5 | -11 44 | -0.9 | 5.16 | 0.93 | 31.7 | 5 53 | 11 00 | 16 05 | 72 |
| 13 | 14 37.1 | -14 12 | -0.9 | 4.96 | 0.96 | 23.3 | 6 15 | 11 09 | 16 01 | 68 |
| 17 | 15 02.1 | -16 31 | -1.0 | 4.82 | 0.98 | 16.4 | 6 37 | 11 18 | 15 58 | 64 |
| 21 | 15 27.5 | -18 39 | -1.0 | 4.72 | 0.99 | 10.4 | 6 59 | 11 28 | 15 56 | 61 |
| 25 | 15 53.3 | -20 32 | -1.1 | 4.66 | 1.00 | 5.1 | 7 20 | 11 38 | 15 55 | 58 |
| 29 | 16 19.6 | -22 09 | -1.2 | 4.64 | 1.00 | 1.5 | 7 40 | 11 48 | 15 56 | 55 |
| XII 3 | 16 46.3 | -23 28 | -1.1 | 4.64 | 1.00 | 5.1 | 7 59 | 11 59 | 15 59 | 52 |
| 7 | 17 13.4 | -24 28 | -0.9 | 4.67 | 0.99 | 9.7 | 8 17 | 12 11 | 16 04 | 51 |
| 11 | 17 41.0 | -25 08 | -0.8 | 4.73 | 0.98 | 14.7 | 8 34 | 12 23 | 16 11 | 49 |
| 15 | 18 08.7 | -25 26 | -0.8 | 4.83 | 0.97 | 20.1 | 8 48 | 12 35 | 16 22 | 49 |
| 19 | 18 36.6 | -25 20 | -0.7 | 4.97 | 0.95 | 26.2 | 8 59 | 12 47 | 16 35 | 49 |
| 23 | 19 04.2 | -24 51 | -0.7 | 5.17 | 0.92 | 33.4 | 9 07 | 12 59 | 16 50 | 50 |
| 27 | 19 31.2 | -23 57 | -0.7 | 5.43 | 0.87 | 42.0 | 9 12 | 13 10 | 17 08 | 52 |
| 31 | 19 56.7 | -22 41 | -0.7 | 5.78 | 0.80 | 52.6 | 9 13 | 13 19 | 17 26 | 54 |
| I 4 | 20 19.6 | -21 05 | -0.7 | 6.27 | 0.70 | 65.8 | 9 10 | 13 26 | 17 43 | 57 |
| ВЕНЕРА | | | | | | | | | | |
| I 1 | 17 18.5 | -22 26 | -3.8 | 10.70 | 0.94 | 28.2 | 6 29 | 10 36 | 14 42 | 54 |
| 9 | 18 01.9 | -23 07 | -3.9 | 10.51 | 0.95 | 25.5 | 6 45 | 10 47 | 14 50 | 53 |
| 17 | 18 45.5 | -23 03 | -3.9 | 10.35 | 0.96 | 22.8 | 6 57 | 11 00 | 15 03 | 53 |
| 25 | 19 28.9 | -22 13 | -3.9 | 10.21 | 0.97 | 20.1 | 7 03 | 11 11 | 15 20 | 55 |
| II 2 | 20 11.5 | -20 41 | -3.9 | 10.08 | 0.98 | 17.5 | 7 05 | 11 22 | 15 41 | 58 |
| 10 | 20 53.0 | -18 29 | -3.9 | 9.98 | 0.98 | 14.9 | 7 02 | 11 32 | 16 04 | 61 |
| 18 | 21 33.3 | -15 43 | -3.9 | 9.89 | 0.99 | 12.3 | 6 55 | 11 41 | 16 28 | 66 |
| 26 | 22 12.4 | -12 30 | -3.9 | 9.82 | 0.99 | 9.8 | 6 45 | 11 49 | 16 53 | 71 |
| III 6 | 22 50.4 | -8 55 | -3.9 | 9.76 | 1.00 | 7.2 | 6 34 | 11 55 | 17 17 | 77 |
| 14 | 23 27.5 | -5 04 | -3.9 | 9.72 | 1.00 | 4.7 | 6 21 | 12 00 | 17 41 | 83 |
| 22 | 0 04.1 | -1 05 | -3.9 | 9.69 | 1.00 | 2.4 | 6 07 | 12 05 | 18 06 | 89 |
| 30 | 0 40.5 | +2 57 | -3.9 | 9.68 | 1.00 | 2.2 | 5 52 | 12 10 | 18 30 | 95 |
| IV 7 | 1 17.0 | +6 55 | -3.9 | 9.69 | 1.00 | 4.4 | 5 38 | 12 15 | 18 54 | 102 |
| 15 | 1 54.1 | +10 43 | -3.9 | 9.72 | 1.00 | 7.1 | 5 24 | 12 21 | 19 19 | 108 |
| 23 | 2 31.9 | +14 15 | -3.9 | 9.76 | 0.99 | 10.0 | 5 12 | 12 27 | 19 44 | 113 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Продовження табл. 18

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Види- мий діаметр | Фаза | Фазо- вий кут | Схід | Верхня кульмі- нація | Захід | Азимути точок сходу та заходу |
|-------------|----------------------------|----------|---------------------------|-------------------------|------|---------------------|--|----------------------------|--------|--|
| | на 0 год усесвітнього часу | | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ' | " | " | " | " | год хв | год хв | год хв | |
| V 1 | 3 10.8 | +17 25 | -3.9 | 9.83 | 0.99 | 12.9 | 5 02 | 12 35 | 20 08 | 119 |
| 9 | 3 50.9 | +20 06 | -3.9 | 9.92 | 0.98 | 15.9 | 4 55 | 12 43 | 20 33 | 123 |
| 17 | 4 32.1 | +22 12 | -3.9 | 10.03 | 0.97 | 19.0 | 4 52 | 12 53 | 20 55 | 127 |
| 25 | 5 14.3 | +23 39 | -3.9 | 10.16 | 0.96 | 22.2 | 4 53 | 13 04 | 21 15 | 130 |
| VI 2 | 5 57.0 | +24 22 | -3.9 | 10.33 | 0.95 | 25.3 | 4 59 | 13 15 | 21 31 | 131 |
| 10 | 6 39.9 | +24 19 | -3.9 | 10.52 | 0.94 | 28.6 | 5 11 | 13 26 | 21 41 | 131 |
| 18 | 7 22.4 | +23 30 | -3.9 | 10.74 | 0.92 | 31.8 | 5 28 | 13 37 | 21 46 | 129 |
| 26 | 8 04.1 | +21 59 | -3.9 | 11.00 | 0.91 | 35.1 | 5 48 | 13 47 | 21 46 | 126 |
| VII 4 | 8 44.5 | +19 48 | -3.9 | 11.30 | 0.89 | 38.4 | 6 10 | 13 56 | 21 41 | 122 |
| 12 | 9 23.6 | +17 02 | -3.9 | 11.63 | 0.87 | 41.7 | 6 34 | 14 04 | 21 32 | 118 |
| 20 | 10 06.3 | +13 48 | -3.9 | 12.01 | 0.85 | 45.0 | 6 58 | 14 10 | 21 20 | 112 |
| 28 | 10 37.7 | +10 12 | -3.9 | 12.44 | 0.83 | 48.3 | 7 22 | 14 14 | 21 06 | 107 |
| VIII 5 | 11 13.0 | +6 20 | -4.0 | 12.92 | 0.81 | 51.6 | 7 45 | 14 18 | 20 50 | 100 |
| 13 | 11 47.5 | +2 18 | -4.0 | 13.47 | 0.79 | 54.9 | 8 07 | 14 21 | 20 34 | 94 |
| 21 | 12 21.6 | -1 50 | -4.0 | 14.08 | 0.76 | 58.2 | 8 29 | 14 24 | 20 17 | 88 |
| 29 | 12 55.5 | -5 55 | -4.0 | 14.78 | 0.74 | 61.5 | 8 51 | 14 26 | 19 59 | 81 |
| IX 6 | 13 29.6 | -9 55 | -4.1 | 15.56 | 0.71 | 64.9 | 9 14 | 14 29 | 19 42 | 75 |
| 14 | 14 04.1 | -13 41 | -4.1 | 16.45 | 0.68 | 68.3 | 9 36 | 14 32 | 19 26 | 69 |
| 22 | 14 39.1 | -17 10 | -4.1 | 17.47 | 0.66 | 71.8 | 9 58 | 14 35 | 19 11 | 63 |
| 30 | 15 14.9 | -20 15 | -4.2 | 18.64 | 0.63 | 75.4 | 10 20 | 14 39 | 18 58 | 58 |
| X 8 | 15 51.3 | -22 51 | -4.2 | 19.99 | 0.59 | 79.2 | 10 41 | 14 44 | 18 47 | 53 |
| 16 | 16 28.1 | -24 53 | -4.3 | 21.57 | 0.56 | 83.1 | 11 00 | 14 50 | 18 39 | 50 |
| 24 | 17 04.8 | -26 19 | -4.4 | 23.43 | 0.52 | 87.4 | 11 15 | 14 55 | 18 34 | 47 |
| XI 1 | 17 40.7 | -27 05 | -4.4 | 25.63 | 0.48 | 92.0 | 11 24 | 14 59 | 18 33 | 46 |
| 9 | 18 14.9 | -27 13 | -4.5 | 28.26 | 0.44 | 97.1 | 11 28 | 15 01 | 18 35 | 46 |
| 17 | 18 46.4 | -26 45 | -4.6 | 31.45 | 0.39 | 102.8 | 11 24 | 15 01 | 18 39 | 47 |
| 25 | 19 13.7 | -25 47 | -4.6 | 35.34 | 0.33 | 109.4 | 11 12 | 14 57 | 18 41 | 48 |
| XII 3 | 19 35.4 | -24 25 | -4.7 | 40.04 | 0.27 | 117.3 | 10 53 | 14 46 | 18 40 | 51 |
| 11 | 19 49.6 | -22 49 | -4.7 | 45.64 | 0.20 | 126.7 | 10 24 | 14 28 | 18 33 | 54 |
| 19 | 19 54.3 | -21 08 | -4.6 | 51.93 | 0.13 | 138.2 | 9 47 | 14 01 | 18 16 | 57 |
| 27 | 19 47.8 | -19 31 | -4.4 | 58.02 | 0.06 | 152.2 | 8 59 | 13 22 | 17 46 | 60 |
| I 4 | 19 31.4 | -18 04 | -4.2 | 62.12 | 0.01 | 167.8 | 8 03 | 12 34 | 17 06 | 62 |
| МАРС | | | | | | | | | | |
| I 1 | 1 40.3 | +11 21 | -0.2 | 10.42 | 0.89 | 38.6 | 11 56 | 18 55 | 1 56 | 109 |
| 9 | 1 53.8 | +12 45 | 0.0 | 9.63 | 0.89 | 39.3 | 11 31 | 18 37 | 1 45 | 111 |
| 17 | 2 08.6 | +14 11 | 0.1 | 8.93 | 0.88 | 39.6 | 11 07 | 18 21 | 1 36 | 113 |
| 25 | 2 24.3 | +15 36 | 0.3 | 8.32 | 0.88 | 39.6 | 10 43 | 18 05 | 1 28 | 116 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Продовження табл. 18

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Види- мий діаметр | Фаза | Фазо- вий кут | Схід | Верхня кульмі- нація | Захід | Азимути точок сходу та заходу |
|--------|----------------------------|----------|---------------------------|-------------------------|------|---------------------|--|----------------------------|--------|--|
| | на 0 год усесвітнього часу | | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ' | " | " | " | " | год хв | год хв | год хв | " |
| II 2 | 2 40.9+17 00 | | 0.5 | 7.79 | 0.89 | 39.5 | 10 21 | 17 50 | 1 21 | 118 |
| 10 | 2 58.3+18 20 | | 0.6 | 7.31 | 0.89 | 39.1 | 9 59 | 17 36 | 1 14 | 120 |
| 18 | 3 16.4+19 35 | | 0.7 | 6.89 | 0.89 | 38.6 | 9 38 | 17 23 | 1 08 | 122 |
| 26 | 3 35.2+20 45 | | 0.9 | 6.51 | 0.89 | 37.9 | 9 19 | 17 10 | 1 03 | 124 |
| III 6 | 3 54.5+21 48 | | 1.0 | 6.18 | 0.90 | 37.2 | 9 00 | 16 58 | 0 57 | 126 |
| 14 | 4 14.3+22 41 | | 1.1 | 5.88 | 0.90 | 36.3 | 8 42 | 16 46 | 0 51 | 128 |
| 22 | 4 34.6+23 29 | | 1.2 | 5.61 | 0.91 | 35.4 | 8 26 | 16 35 | 0 45 | 129 |
| 30 | 4 55.2+24 06 | | 1.3 | 5.37 | 0.91 | 34.4 | 8 11 | 16 24 | 0 38 | 130 |
| IV 7 | 5 16.2+24 32 | | 1.4 | 5.16 | 0.92 | 33.3 | 7 57 | 16 13 | 0 31 | 131 |
| 15 | 5 37.4+24 49 | | 1.4 | 4.96 | 0.92 | 32.1 | 7 45 | 16 03 | 0 22 | 132 |
| 23 | 5 58.7+24 54 | | 1.5 | 4.79 | 0.93 | 30.9 | 7 34 | 15 53 | 0 13 | 132 |
| V 1 | 6 20.1+24 48 | | 1.6 | 4.63 | 0.93 | 29.7 | 7 25 | 15 43 | 0 02 | 132 |
| 9 | 6 41.5+24 32 | | 1.6 | 4.49 | 0.94 | 28.4 | 7 17 | 15 33 | 23 48 | 131 |
| 17 | 7 02.8+24 04 | | 1.7 | 4.36 | 0.94 | 27.1 | 7 10 | 15 22 | 23 35 | 130 |
| 25 | 7 24.0+23 26 | | 1.7 | 4.25 | 0.95 | 25.8 | 7 04 | 15 12 | 23 20 | 129 |
| VI 2 | 7 45.1+22 37 | | 1.7 | 4.14 | 0.96 | 24.4 | 6 59 | 15 02 | 23 04 | 128 |
| 10 | 8 05.9+21 39 | | 1.8 | 4.05 | 0.96 | 23.0 | 6 54 | 14 51 | 22 47 | 126 |
| 18 | 8 26.5+20 31 | | 1.8 | 3.97 | 0.96 | 21.6 | 6 50 | 14 40 | 22 29 | 124 |
| 26 | 8 46.8+19 15 | | 1.8 | 3.90 | 0.97 | 20.1 | 6 47 | 14 29 | 22 10 | 122 |
| VII 4 | 9 06.8+17 50 | | 1.8 | 3.83 | 0.97 | 18.7 | 6 44 | 14 17 | 21 50 | 119 |
| 12 | 9 26.6+16 18 | | 1.8 | 3.77 | 0.98 | 17.2 | 6 41 | 14 05 | 21 30 | 117 |
| 20 | 9 46.2+14 40 | | 1.8 | 3.72 | 0.98 | 15.7 | 6 38 | 13 53 | 21 09 | 114 |
| 28 | 10 05.5+12 55 | | 1.8 | 3.68 | 0.98 | 14.2 | 6 35 | 13 41 | 20 47 | 111 |
| VIII 5 | 10 24.6+11 05 | | 1.8 | 3.64 | 0.99 | 12.7 | 6 32 | 13 29 | 20 25 | 108 |
| 13 | 10 43.6 +9 11 | | 1.8 | 3.61 | 0.99 | 11.1 | 6 29 | 13 16 | 20 03 | 105 |
| 21 | 11 02.5 +7 12 | | 1.8 | 3.59 | 0.99 | 9.6 | 6 26 | 13 04 | 19 41 | 102 |
| 29 | 11 21.3 +5 11 | | 1.8 | 3.57 | 1.00 | 8.0 | 6 23 | 12 51 | 19 18 | 99 |
| IX 6 | 11 40.1 +3 07 | | 1.8 | 3.56 | 1.00 | 6.5 | 6 20 | 12 38 | 18 55 | 95 |
| 14 | 11 58.9 +1 01 | | 1.7 | 3.55 | 1.00 | 4.9 | 6 18 | 12 25 | 18 33 | 92 |
| 22 | 12 17.8 -1 06 | | 1.7 | 3.55 | 1.00 | 3.3 | 6 15 | 12 13 | 18 10 | 89 |
| 30 | 12 36.9 -3 12 | | 1.7 | 3.55 | 1.00 | 1.7 | 6 13 | 12 00 | 17 47 | 86 |
| X 8 | 12 56.2 -5 18 | | 1.6 | 3.56 | 1.00 | 0.4 | 6 11 | 11 48 | 17 25 | 82 |
| 16 | 13 15.8 -7 22 | | 1.6 | 3.57 | 1.00 | 1.6 | 6 09 | 11 36 | 17 03 | 79 |
| 24 | 13 35.6 -9 24 | | 1.7 | 3.59 | 1.00 | 3.2 | 6 07 | 11 25 | 16 42 | 76 |
| XI 1 | 13 55.9 -11 22 | | 1.7 | 3.62 | 1.00 | 4.8 | 6 06 | 11 13 | 16 21 | 73 |
| 9 | 14 16.6 -13 16 | | 1.6 | 3.65 | 1.00 | 6.5 | 6 05 | 11 03 | 16 00 | 70 |
| 17 | 14 37.7 -15 04 | | 1.6 | 3.69 | 1.00 | 8.1 | 6 04 | 10 52 | 15 40 | 67 |
| 25 | 14 59.4 -16 45 | | 1.6 | 3.73 | 0.99 | 9.7 | 6 03 | 10 42 | 15 21 | 64 |

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Продовження табл. 18

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Видимий діаметр | Фаза | Фазовий кут | Схід | Верхня кульмінація | Захід | Азимуті точок сходу та заходу |
|-------|----------------------------|----------|---------------------|-----------------|------|-------------|--|--------------------|-------|-------------------------------|
| | на 0 год усесвітнього часу | | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ° ' " | " | " | ° | год хв | год хв | год хв | ° | |
| XII 3 | 15 21.6 | -18 18 | 1.6 | 3.78 | 0.99 | 11.3 | 6 02 | 10 33 | 15 03 | 61 |
| 11 | 15 44.4 | -19 42 | 1.6 | 3.83 | 0.99 | 12.9 | 6 02 | 10 24 | 14 47 | 59 |
| 19 | 16 07.7 | -20 55 | 1.6 | 3.89 | 0.98 | 14.6 | 6 01 | 10 16 | 14 31 | 57 |
| 27 | 16 31.5 | -21 57 | 1.6 | 3.95 | 0.98 | 16.1 | 5 59 | 10 08 | 14 17 | 55 |
| I 4 | 16 55.8 | -22 47 | 1.5 | 4.02 | 0.98 | 17.7 | 5 57 | 10 01 | 14 05 | 54 |

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Видимий діаметр (екватор.) D_e | Фазовий кут | Схід | Верхня кульмінація | Захід | Азимуті точок сходу та заходу |
|------|----------------------------|----------|---------------------|----------------------------------|-------------|--|--------------------|--------|-------------------------------|
| | на 0 год усесвітнього часу | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ° ' " | " | " | ° | год хв | год хв | год хв | |

ЮПІТЕР

| | | | | | | | | | | |
|------|----|---------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|----|
| I | 1 | 20 20.7 | -20 01 | -2.0 | 32.85 | 4.2 | 9 15 | 13 36 | 17 57 | 59 |
| | 17 | 20 36.1 | -19 08 | -1.9 | 32.50 | 1.8 | 8 22 | 12 48 | 17 14 | 60 |
| II | 2 | 20 51.6 | -18 10 | -2.0 | 32.44 | 0.6 | 7 29 | 12 01 | 16 32 | 62 |
| | 18 | 21 06.8 | -17 08 | -2.0 | 32.68 | 3.0 | 6 36 | 11 13 | 15 50 | 63 |
| III | 6 | 21 21.5 | -16 04 | -2.0 | 33.20 | 5.2 | 5 42 | 10 25 | 15 08 | 65 |
| | 22 | 21 35.2 | -15 01 | -2.0 | 34.02 | 7.3 | 4 47 | 9 35 | 14 24 | 67 |
| IV | 7 | 21 47.6 | -14 02 | -2.1 | 35.14 | 9.1 | 3 51 | 8 45 | 13 39 | 69 |
| | 23 | 21 58.4 | -13 08 | -2.2 | 36.55 | 10.5 | 2 54 | 7 53 | 12 51 | 70 |
| V | 9 | 22 07.2 | -12 24 | -2.3 | 38.26 | 11.3 | 1 56 | 6 58 | 12 01 | 71 |
| | 25 | 22 13.7 | -11 53 | -2.4 | 40.22 | 11.6 | 0 57 | 6 02 | 11 07 | 72 |
| VI | 10 | 22 17.3 | -11 37 | -2.5 | 42.35 | 11.1 | 23 53 | 5 03 | 10 09 | 72 |
| | 26 | 22 17.9 | -11 38 | -2.6 | 44.53 | 9.8 | 22 50 | 4 00 | 9 06 | 72 |
| VII | 12 | 22 15.5 | -11 57 | -2.7 | 46.54 | 7.7 | 21 46 | 2 55 | 7 59 | 72 |
| | 28 | 22 10.2 | -12 30 | -2.8 | 48.11 | 4.9 | 20 41 | 1 47 | 6 48 | 71 |
| VIII | 13 | 22 02.9 | -13 13 | -2.9 | 48.96 | 1.6 | 19 34 | 0 37 | 5 34 | 70 |
| | 29 | 21 54.9 | -13 57 | -2.9 | 48.92 | 2.0 | 18 27 | 23 21 | 4 20 | 69 |
| IX | 14 | 21 47.6 | -14 35 | -2.8 | 47.99 | 5.3 | 17 21 | 22 11 | 3 06 | 68 |
| | 30 | 21 42.5 | -15 00 | -2.7 | 46.36 | 8.0 | 16 15 | 21 03 | 1 56 | 67 |

Зауваження. 9 червня — дата подвійного сходу Юпітера: в 0 год 00 хв та о 23 год 56 хв.
21 серпня — дата подвійної кульмінації Юпітера: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв.

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

| Дата | α | δ | Зоряна величина m | Видимий діаметр (екватор.) D_e | Фазовий кут | Схід | Верхня кульмінація | Захід | Азимутні точки сходу та заходу | |
|------|--------------------------|----------|---------------------|----------------------------------|-------------|--|--------------------|--------|--------------------------------|----|
| | на 0 год усвітнього часу | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | | |
| | год хв | ° ' " | " | " | ° | год хв | год хв | год хв | | ° |
| X | 16 | 21 40.3 | -15 09 | -2.6 | 44.31 | 10.0 | 15 11 | 19 58 | 0 50 | 67 |
| XI | 1 | 21 41.5 | -15 01 | -2.5 | 42.12 | 11.1 | 14 08 | 18 57 | 23 45 | 67 |
| | 17 | 21 45.9 | -14 37 | -2.4 | 40.00 | 11.4 | 13 08 | 17 58 | 22 49 | 68 |
| XII | 3 | 21 53.1 | -13 57 | -2.3 | 38.09 | 11.0 | 12 08 | 17 03 | 21 57 | 69 |
| | 19 | 22 02.7 | -13 04 | -2.2 | 36.46 | 9.9 | 11 11 | 16 10 | 21 09 | 70 |
| I | 4 | 22 14.1 | -12 00 | -2.1 | 35.14 | 8.4 | 10 14 | 15 18 | 20 23 | 72 |

САТУРН

| | | | | | | | | | | |
|------|----|---------|--------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|----|
| I | 1 | 20 15.8 | -20 10 | 0.6 | 15.18 | 2.0 | 9 11 | 13 31 | 17 50 | 58 |
| | 17 | 20 23.6 | -19 46 | 0.6 | 15.09 | 0.6 | 8 13 | 12 36 | 16 58 | 59 |
| II | 2 | 20 31.5 | -19 20 | 0.6 | 15.10 | 0.8 | 7 16 | 11 40 | 16 05 | 60 |
| | 18 | 20 39.1 | -18 53 | 0.7 | 15.20 | 2.1 | 6 18 | 10 45 | 15 12 | 61 |
| III | 6 | 20 46.2 | -18 28 | 0.7 | 15.38 | 3.4 | 5 20 | 9 49 | 14 19 | 61 |
| | 22 | 20 52.5 | -18 04 | 0.7 | 15.65 | 4.5 | 4 21 | 8 53 | 13 24 | 62 |
| IV | 7 | 20 57.7 | -17 45 | 0.7 | 16.00 | 5.2 | 3 21 | 7 55 | 12 29 | 62 |
| | 23 | 21 01.6 | -17 31 | 0.7 | 16.40 | 5.7 | 2 21 | 6 56 | 11 31 | 63 |
| V | 9 | 21 04.0 | -17 23 | 0.7 | 16.84 | 5.8 | 1 20 | 5 55 | 10 31 | 63 |
| | 25 | 21 04.7 | -17 22 | 0.6 | 17.30 | 5.5 | 0 17 | 4 53 | 9 29 | 63 |
| VI | 10 | 21 03.7 | -17 29 | 0.5 | 17.74 | 4.7 | 23 10 | 3 49 | 8 24 | 63 |
| | 26 | 21 01.3 | -17 42 | 0.4 | 18.11 | 3.6 | 22 06 | 2 44 | 7 18 | 63 |
| VII | 12 | 20 57.5 | -17 59 | 0.3 | 18.38 | 2.2 | 21 01 | 1 37 | 6 09 | 62 |
| | 28 | 20 53.0 | -18 20 | 0.2 | 18.51 | 0.6 | 19 55 | 0 30 | 5 00 | 61 |
| VIII | 13 | 20 48.2 | -18 40 | 0.2 | 18.48 | 1.1 | 18 50 | 23 18 | 3 50 | 61 |
| | 29 | 20 43.8 | -18 58 | 0.3 | 18.31 | 2.7 | 17 44 | 22 11 | 2 41 | 60 |
| IX | 14 | 20 40.4 | -19 11 | 0.4 | 18.00 | 4.0 | 16 39 | 21 04 | 1 34 | 60 |
| | 30 | 20 38.4 | -19 19 | 0.5 | 17.60 | 5.0 | 15 35 | 20 00 | 0 28 | 60 |
| X | 16 | 20 38.0 | -19 20 | 0.5 | 17.15 | 5.6 | 14 32 | 18 56 | 23 21 | 60 |
| XI | 1 | 20 39.5 | -19 15 | 0.6 | 16.70 | 5.7 | 13 30 | 17 55 | 22 20 | 60 |
| | 17 | 20 42.6 | -19 03 | 0.7 | 16.27 | 5.5 | 12 29 | 16 55 | 21 21 | 60 |
| XII | 3 | 20 47.2 | -18 46 | 0.7 | 15.89 | 4.8 | 11 29 | 15 57 | 20 25 | 61 |
| | 19 | 20 53.0 | -18 23 | 0.7 | 15.59 | 3.9 | 10 30 | 15 00 | 19 30 | 61 |
| I | 4 | 20 59.7 | -17 55 | 0.7 | 15.36 | 2.7 | 9 31 | 14 04 | 18 36 | 62 |

Зауваження. 29 жовтня — дата подвійного заходу Юпітера: в 0 год 00 хв та о 23 год 56 хв. 29 травня — дата подвійного сходу Сатурна: в 0 год 02 хв та о 23 год 58 хв. 4 серпня — дата подвійної кульмінації Сатурна: в 0 год 00 хв та о 23 год 56 хв. 7 жовтня — дата подвійного заходу Сатурна: в 0 год 00 хв та о 23 год 56 хв.

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Продовження табл. 18

| Дата | α | δ | Зоряна величина <i>m</i> | Видимий діаметр | Фазовий кут | Схід | Верхня кульмінація | Захід | Азимуті точок сходу та заходу |
|------|--------------------------|----------|--------------------------|-----------------|-------------|--|--------------------|--------|-------------------------------|
| | на 0 год усвітнього часу | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ° ′ | | ″ | ° | год хв | год хв | год хв | |

УРАН

| | | | | | | | | | | |
|-------|----|--------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|------|
| I | 1 | 2 18.5 | +13 21 | 5.7 | 3.63 | 2.6 | 12 24 | 19 32 | 2 44 | 112 |
| | 17 | 2 18.2 | +13 20 | 5.8 | 3.58 | 2.8 | 11 21 | 18 29 | 1 41 | 112 |
| II | 2 | 2 18.7 | +13 24 | 5.8 | 3.53 | 2.8 | 10 18 | 17 27 | 0 39 | 112 |
| | 18 | 2 20.1 | +13 31 | 5.8 | 3.48 | 2.7 | 9 16 | 16 25 | 23 34 | 112 |
| III | 6 | 2 22.3 | +13 43 | 5.8 | 3.44 | 2.3 | 8 14 | 15 24 | 22 35 | 112 |
| | 22 | 2 25.1 | +13 57 | 5.9 | 3.41 | 1.7 | 7 13 | 14 24 | 21 36 | 113 |
| IV | 7 | 2 28.3 | +14 13 | 5.9 | 3.39 | 1.1 | 6 12 | 13 25 | 20 38 | 113 |
| | 23 | 2 31.8 | +14 30 | 5.9 | 3.37 | 0.4 | 5 11 | 12 25 | 19 40 | 114 |
| V | 9 | 2 35.4 | +14 47 | 5.9 | 3.37 | 0.4 | 4 10 | 11 26 | 18 42 | 114 |
| | 25 | 2 38.9 | +15 04 | 5.9 | 3.39 | 1.1 | 3 09 | 10 26 | 17 44 | 115 |
| VI | 10 | 2 42.2 | +15 19 | 5.9 | 3.41 | 1.7 | 2 08 | 9 27 | 16 46 | 115 |
| | 26 | 2 45.1 | +15 32 | 5.8 | 3.44 | 2.3 | 1 07 | 8 27 | 15 47 | 115 |
| VII | 12 | 2 47.4 | +15 42 | 5.8 | 3.48 | 2.7 | 0 05 | 7 26 | 14 47 | 116 |
| | 28 | 2 49.0 | +15 49 | 5.8 | 3.52 | 2.9 | 22 59 | 6 25 | 13 46 | 116 |
| VIII | 13 | 2 49.7 | +15 52 | 5.8 | 3.57 | 2.9 | 21 57 | 5 23 | 12 45 | 116 |
| | 29 | 2 49.7 | +15 52 | 5.7 | 3.62 | 2.7 | 20 54 | 4 20 | 11 42 | 116 |
| IX | 14 | 2 48.8 | +15 48 | 5.7 | 3.66 | 2.3 | 19 50 | 3 16 | 10 37 | 116 |
| | 30 | 2 47.2 | +15 41 | 5.7 | 3.70 | 1.8 | 18 47 | 2 11 | 9 32 | 116 |
| X | 16 | 2 45.0 | +15 31 | 5.7 | 3.73 | 1.0 | 17 42 | 1 06 | 8 26 | 115 |
| | XI | 1 | 2 42.5 | +15 19 | 5.7 | 3.74 | 0.2 | 16 38 | 0 01 | 7 20 |
| 23 57 | | | | | | | | | | |
| XII | 17 | 2 39.9 | +15 07 | 5.7 | 3.73 | 0.6 | 15 34 | 22 51 | 6 13 | 115 |
| | 3 | 2 37.6 | +14 57 | 5.7 | 3.71 | 1.4 | 14 29 | 21 46 | 5 07 | 114 |
| I | 19 | 2 35.7 | +14 48 | 5.7 | 3.68 | 2.1 | 13 25 | 20 41 | 4 01 | 114 |
| | 4 | 2 34.5 | +14 43 | 5.7 | 3.64 | 2.5 | 12 22 | 19 37 | 2 57 | 114 |

Зауваження. 12 лютого — дата подвійного заходу Урана: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв. 13 липня — дата подвійного сходу Урана: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв. 1 листопада — дата подвійної кульмінації Урана: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв.

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Закінчення табл. 18

| Дата | α | δ | Зоряна величина <i>m</i> | Видимий діаметр | Фазовий кут | Схід | Верхня кульмінація | Захід | Азимуті точок сходу та заходу |
|------|----------------------------|----------|--------------------------|-----------------|-------------|--|--------------------|--------|-------------------------------|
| | на 0 год усесвітнього часу | | | | | для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий) | | | |
| | год хв | ° ′ | | ″ | ° | год хв | год хв | год хв | |

НЕПТУН

| | | | | | | | | | | |
|------|----|---------|-------|-----|------|-----|-------|-------|-------|----|
| I | 1 | 23 19.3 | -5 33 | 7.9 | 2.21 | 1.7 | 10 57 | 16 33 | 22 10 | 82 |
| | 17 | 23 20.6 | -5 24 | 7.9 | 2.20 | 1.5 | 9 55 | 15 32 | 21 09 | 82 |
| II | 2 | 23 22.3 | -5 13 | 7.9 | 2.18 | 1.1 | 8 53 | 14 31 | 20 08 | 83 |
| | 18 | 23 24.4 | -5 00 | 8.0 | 2.17 | 0.7 | 7 51 | 13 30 | 19 09 | 83 |
| III | 6 | 23 26.6 | -4 46 | 8.0 | 2.17 | 0.2 | 6 49 | 12 29 | 18 09 | 83 |
| | 22 | 23 28.8 | -4 32 | 8.0 | 2.17 | 0.3 | 5 47 | 11 28 | 17 09 | 84 |
| IV | 7 | 23 31.1 | -4 18 | 8.0 | 2.17 | 0.8 | 4 46 | 10 28 | 16 10 | 84 |
| | 23 | 23 32.9 | -4 06 | 7.9 | 2.18 | 1.3 | 3 44 | 9 27 | 15 10 | 84 |
| V | 9 | 23 34.5 | -3 56 | 7.9 | 2.20 | 1.6 | 2 42 | 8 25 | 14 09 | 85 |
| | 25 | 23 35.8 | -3 49 | 7.9 | 2.22 | 1.8 | 1 39 | 7 24 | 13 08 | 85 |
| VI | 10 | 23 36.5 | -3 45 | 7.9 | 2.24 | 1.9 | 0 37 | 6 22 | 12 06 | 85 |
| | 26 | 23 36.8 | -3 44 | 7.9 | 2.26 | 1.9 | 23 30 | 5 19 | 11 04 | 85 |
| VII | 12 | 23 36.6 | -3 46 | 7.9 | 2.28 | 1.7 | 22 27 | 4 16 | 10 00 | 85 |
| | 28 | 23 35.9 | -3 52 | 7.8 | 2.29 | 1.4 | 21 24 | 3 12 | 8 56 | 85 |
| VIII | 13 | 23 34.7 | -4 00 | 7.8 | 2.31 | 1.0 | 20 21 | 2 08 | 7 52 | 84 |
| | 29 | 23 33.3 | -4 09 | 7.8 | 2.31 | 0.6 | 19 17 | 1 04 | 6 46 | 84 |
| IX | 14 | 23 31.7 | -4 20 | 7.8 | 2.32 | 0.0 | 18 13 | 23 55 | 5 41 | 84 |
| | 30 | 23 30.1 | -4 30 | 7.8 | 2.31 | 0.5 | 17 10 | 22 51 | 4 36 | 84 |
| X | 16 | 23 28.7 | -4 39 | 7.8 | 2.31 | 1.0 | 16 06 | 21 46 | 3 31 | 83 |
| XI | 1 | 23 27.5 | -4 46 | 7.8 | 2.29 | 1.4 | 15 03 | 20 42 | 2 26 | 83 |
| | 17 | 23 26.8 | -4 51 | 7.9 | 2.27 | 1.7 | 13 59 | 19 39 | 1 22 | 83 |
| XII | 3 | 23 26.5 | -4 52 | 7.9 | 2.25 | 1.9 | 12 56 | 18 36 | 0 19 | 83 |
| | 19 | 23 26.8 | -4 49 | 7.9 | 2.23 | 1.9 | 11 53 | 17 33 | 23 13 | 83 |
| I | 4 | 23 27.7 | -4 43 | 7.9 | 2.21 | 1.7 | 10 51 | 16 31 | 22 11 | 83 |

Зауваження. 19 червня — дата подвійного сходу Нептуна: в 0 год 02 хв та о 23 год 58 хв.
13 вересня — дата подвійної кульмінації Нептуна: в 0 год 03 хв та о 23 год 59 хв. 7 грудня — дата подвійного заходу Нептуна: в 0 год 03 хв та о 23 год 59 хв.

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для її заходу.

Таблиця 19

ВИДИМІСТЬ МЕРКУРІЯ
($\lambda = 2^h \varphi = 50^\circ$)

| Дата | Початок і кінець видимості | | Тривалість видимості | | $\Delta \varphi$ | α | δ | Зоряна величина <i>m</i> | | | |
|------|-------------------------------|----|-------------------------|----|--------------------------|----------|----------|--------------------------------|----|---|---|
| | час місцевий | | | | на 0 год усвітнього часу | | | | | | |
| | год | хв | год | хв | год | хв | хв | год | хв | ° | ' |

Вечірня видимість

| | | | | | | | | |
|----|----|-------|-------|------|-----|---------|--------|------|
| I | 9 | 16 56 | 17 12 | 0 16 | 3.9 | 20 14.1 | -21 59 | -0.9 |
| | 13 | 17 01 | 17 34 | 0 33 | 3.5 | 20 40.9 | -20 12 | -0.9 |
| | 17 | 17 06 | 17 55 | 0 49 | 3.0 | 21 05.9 | -18 05 | -0.9 |
| | 21 | 17 12 | 18 13 | 1 01 | 2.5 | 21 27.7 | -15 45 | -0.8 |
| | 25 | 17 18 | 18 25 | 1 07 | 2.1 | 21 44.1 | -13 28 | -0.5 |
| II | 29 | 17 24 | 18 24 | 1 00 | 1.8 | 21 52.2 | -11 37 | 0.2 |
| | 2 | 17 31 | 18 08 | 0 37 | 1.7 | 21 49.6 | -10 37 | 1.5 |
| | 6 | 17 37 | 17 37 | 0 00 | 1.6 | 21 36.7 | -10 45 | 3.6 |

Ранкова видимість

| | | | | | | | | |
|-----|----|------|------|------|-----|---------|--------|-----|
| II | 14 | 6 26 | 6 39 | 0 13 | 2.2 | 21 02.1 | -13 17 | 2.5 |
| | 18 | 6 08 | 6 32 | 0 24 | 2.4 | 20 52.9 | -14 36 | 1.4 |
| | 22 | 5 57 | 6 24 | 0 27 | 2.5 | 20 51.9 | -15 33 | 0.7 |
| | 26 | 5 50 | 6 17 | 0 27 | 2.7 | 20 57.7 | -16 02 | 0.4 |
| III | 2 | 5 45 | 6 09 | 0 24 | 2.6 | 21 08.8 | -16 05 | 0.3 |
| | 6 | 5 42 | 6 01 | 0 19 | 2.6 | 21 23.7 | -15 42 | 0.2 |
| | 10 | 5 40 | 5 52 | 0 12 | 2.4 | 21 41.3 | -14 55 | 0.1 |
| | 14 | 5 37 | 5 44 | 0 07 | 2.2 | 22 00.8 | -13 45 | 0.0 |
| | 18 | 5 35 | 5 35 | 0 00 | 1.9 | 22 21.8 | -12 14 | 0.0 |

Вечірня видимість

| | | | | | | | | | |
|----|----|-------|-------|-------|------|--------|--------|--------|-----|
| IV | 27 | 19 49 | 20 11 | 0 22 | -3.2 | 2 53.3 | +17 25 | -1.5 | |
| V | 1 | 19 56 | 20 43 | 0 47 | -3.8 | 3 25.5 | +20 15 | -1.2 | |
| | 5 | 20 02 | 21 11 | 1 09 | -4.4 | 3 56.1 | +22 27 | -0.8 | |
| | 9 | 20 09 | 21 32 | 1 23 | -4.8 | 4 23.9 | +23 59 | -0.4 | |
| | у | 13 | 20 16 | 21 45 | 1 29 | -5.0 | 4 48.0 | +24 54 | 0.0 |
| | 17 | 20 22 | 21 50 | 1 28 | -5.1 | 5 07.9 | +25 15 | 0.4 | |
| | 21 | 20 29 | 21 47 | 1 18 | -5.0 | 5 22.9 | +25 07 | 0.9 | |
| | 25 | 20 34 | 21 35 | 1 01 | -4.9 | 5 32.6 | +24 36 | 1.5 | |
| | 29 | 20 40 | 21 17 | 0 37 | -4.6 | 5 36.8 | +23 45 | 2.2 | |
| VI | 2 | 20 45 | 20 51 | 0 06 | -4.3 | 5 35.6 | +22 41 | 3.1 | |

Закінчення табл. 19

| Дата | Початок і кінець видимості | | Тривалість видимості | | Δ φ | α | δ | Зоряна величина <i>m</i> | | | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|-------------------------|------|------|---------|--------|--------------------------------|--------------------------|---|---|--|
| | час місцевий | | | | | | | | на 0 год усвітнього часу | | | |
| | год | хв | год | хв | год | хв | хв | год | хв | ° | ' | |
| Ранкова видимість | | | | | | | | | | | | |
| VI | 30 | 2 55 | 3 10 | 0 15 | -3.5 | 5 09.7 | +19 03 | 1.1 | | | | |
| VII | 4 | 2 46 | 3 13 | 0 27 | -3.7 | 5 21.6 | +19 54 | 0.6 | | | | |
| | 8 | 2 41 | 3 17 | 0 36 | -4.0 | 5 38.7 | +20 54 | 0.1 | | | | |
| | 12 | 2 42 | 3 22 | 0 40 | -4.2 | 6 00.9 | +21 51 | -0.3 | | | | |
| | 16 | 2 49 | 3 27 | 0 38 | -4.4 | 6 28.0 | +22 35 | -0.7 | | | | |
| | 20 | 3 02 | 3 32 | 0 30 | -4.5 | 6 59.3 | +22 52 | -1.1 | | | | |
| | 24 | 3 23 | 3 38 | 0 15 | -4.4 | 7 33.8 | +22 32 | -1.4 | | | | |
| Ранкова видимість | | | | | | | | | | | | |
| X | 16 | 5 16 | 5 51 | 0 35 | 0.5 | 12 39.9 | -4 04 | 1.7 | | | | |
| | 20 | 4 55 | 5 57 | 1 02 | 0.4 | 12 39.8 | -2 55 | 0.3 | | | | |
| | 24 | 4 51 | 6 03 | 1 12 | 0.4 | 12 49.2 | -3 14 | -0.4 | | | | |
| | 28 | 4 58 | 6 09 | 1 11 | 0.7 | 13 05.5 | -4 41 | -0.7 | | | | |
| XI | 1 | 5 14 | 6 16 | 1 02 | 1.0 | 13 25.9 | -6 47 | -0.8 | | | | |
| | 5 | 5 33 | 6 22 | 0 49 | 1.5 | 13 48.6 | -9 13 | -0.9 | | | | |
| | 9 | 5 53 | 6 28 | 0 35 | 1.9 | 14 12.5 | -11 44 | -0.9 | | | | |
| | 13 | 6 15 | 6 34 | 0 19 | 2.3 | 14 37.1 | -14 12 | -0.9 | | | | |
| | 17 | 6 37 | 6 40 | 0 03 | 2.8 | 15 02.1 | -16 31 | -1.0 | | | | |
| Вечірня видимість | | | | | | | | | | | | |
| XII | 23 | 16 40 | 16 50 | 0 10 | 4.8 | 19 04.2 | -24 51 | -0.7 | | | | |
| | 27 | 16 43 | 17 08 | 0 25 | 4.4 | 19 31.2 | -23 57 | -0.7 | | | | |
| | 31 | 16 46 | 17 26 | 0 40 | 4.1 | 19 56.7 | -22 41 | -0.7 | | | | |

Таблиця 20

ВИДИМІСТЬ ЯСКРАВИХ ПЛАНЕТ НА ШИРОТІ 50°
($\varphi = 50^\circ$, $\lambda = 2^h$; час — місцевий)

| Дата | Венера | | Марс | | Юпітер | | Сатурн | | |
|------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|-----|
| | Початок і кінець видимості | Тривалість | Початок і кінець видимості | Тривалість | Початок і кінець видимості | Тривалість | Початок і кінець видимості | Тривалість | |
| | год | | | | | | | | |
| I | 1 | 6.5—7.3 | 0.8 | (16.8)—1.9 | 9.1 | 16.8—18.0 | 1.2 | 16.8—17.8 | 1.0 |
| | | | | 16.8—24.0 | 7.2 | | | | |
| | 9 | 6.8—7.3 | 0.5 | (16.9)—1.7 | 8.8 | 16.9—17.6 | 0.7 | 16.9—17.4 | 0.5 |
| | | | | 16.9—24.0 | 7.1 | | | | |
| | 17 | 6.9—7.2 | 0.3 | (17.1)—1.6 | 8.5 | 17.1—17.2 | 0.1 | — | — |
| | | | | 17.1—24.0 | 6.9 | | | | |
| | 25 | 7.0—7.1 | 0.1 | (17.3)—1.5 | 8.2 | — | — | — | — |
| | | | | 17.3—24.0 | 6.7 | | | | |
| II | 2 | — | — | (17.5)—1.4 | 7.9 | — | — | — | — |
| | | | | 17.5—24.0 | 6.5 | | | | |
| | 10 | — | — | (17.7)—1.2 | 7.5 | — | — | — | — |
| | | | | 17.7—24.0 | 6.3 | | | | |
| | 18 | — | — | (17.9)—1.1 | 7.2 | — | — | 6.3—6.5 | 0.2 |
| | | | | 18.0—24.0 | 6.0 | | | | |
| | 26 | — | — | (18.1)—1.0 | 6.9 | 6.2—6.3 | 0.1 | 5.8—6.3 | 0.5 |
| | | | | 18.2—24.0 | 5.8 | | | | |
| III | 6 | — | — | (18.4)—1.0 | 6.6 | 5.7—6.0 | 0.3 | 5.3—6.0 | 0.7 |
| | | | | 18.4—24.0 | 5.6 | | | | |
| | 14 | — | — | (18.6)—0.9 | 6.3 | 5.2—5.7 | 0.5 | 4.8—5.7 | 0.9 |
| | | | | 18.6—24.0 | 5.4 | | | | |
| | 22 | — | — | (18.8)—0.8 | 6.0 | 4.8—5.4 | 0.6 | 4.3—5.4 | 1.1 |
| | | | | 18.8—24.0 | 5.2 | | | | |
| | 30 | — | — | (19.0)—0.6 | 5.6 | 4.3—5.1 | 0.8 | 3.8—5.1 | 1.3 |
| | | | | 19.0—24.0 | 5.0 | | | | |
| IV | 7 | — | — | (19.2)—0.5 | 5.3 | 3.9—4.9 | 1.0 | 3.3—4.8 | 1.5 |
| | | | | 19.2—24.0 | 4.8 | | | | |
| | 15 | — | — | (19.5)—0.4 | 4.9 | 3.4—4.6 | 1.2 | 2.9—4.6 | 1.7 |
| | | | | 19.5—24.0 | 4.5 | | | | |
| | 23 | — | — | (19.7)—0.2 | 4.5 | 2.9—4.3 | 1.4 | 2.4—4.3 | 1.9 |
| | | | | 19.7—24.0 | 4.3 | | | | |
| V | 1 | 19.9—20.1 | 0.2 | (19.9)—0.1 | 4.2 | 2.4—4.0 | 1.6 | 1.8—4.0 | 2.2 |
| | | | | | | | | 19.9—24.0 | 4.1 |
| | 9 | 20.2—20.6 | 0.4 | 20.2—23.8 | 3.6 | 1.9—3.7 | 1.8 | 1.3—3.7 | 2.4 |
| | 17 | 20.4—20.9 | 0.5 | 20.4—23.6 | 3.2 | 1.4—3.5 | 2.1 | 0.8—3.5 | 2.7 |
| | 25 | 20.6—21.3 | 0.7 | 20.5—23.3 | 2.8 | 1.0—3.4 | 2.4 | 0.3—3.4 | 3.1 |
| VI | 2 | 20.7—21.5 | 0.8 | 20.8—23.1 | 2.3 | 0.4—3.2 | 2.8 | (23.8)—3.2 | 3.4 |
| | | | | | | | | 23.7—24.0 | 0.3 |
| | 10 | 20.9—21.7 | 0.8 | 20.9—22.8 | 1.9 | (23.9)—3.1 | 3.2 | (23.2)—3.1 | 3.9 |
| | | | | | | 23.9—24.0 | 0.1 | 23.2—24.0 | 0.8 |
| | 18 | 21.0—21.8 | 0.8 | 21.0—23.0 | 2.0 | (23.4)—3.1 | 3.7 | (22.7)—3.1 | 4.4 |
| | | | | | 23.4—24.0 | 0.6 | 22.6—24.0 | 1.4 | |

Примітка. Моменти, подані в дужках, належать попередній даті.

Закінчення табл. 20

| Дата | Венера | | Марс | | Юпітер | | Сатурн | | |
|------|----------------------------|-------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|----------------------------|------------|-----|
| | Початок і кінець видимості | Тривалість | Початок і кінець видимості | Тривалість | Початок і кінець видимості | Тривалість | Початок і кінець видимості | Тривалість | |
| | год | | | | | | | | |
| VI | 26 21.0—21.8 | 0.8 | 21.0—22.2 | 1.2 | (22.9)—3.1 | 4.2 | (22.2)—3.1 | 4.9 | |
| VII | 4 20.9—21.7 | 0.8 | 20.9—21.8 | 0.9 | 22.8—24.0 | 1.2 | 22.1—24.0 | 1.9 | |
| | | | | | 22.3—24.0 | 1.7 | 21.6—24.0 | 2.4 | |
| | 12 20.8—21.5 | 0.7 | 20.8—21.5 | 0.7 | (21.8)—3.3 | 5.5 | (21.1)—3.4 | 6.3 | |
| | | | | | 21.8—24.0 | 2.2 | 21.0—24.0 | 3.0 | |
| | 20 20.6—21.3 | 0.7 | 20.6—21.1 | 0.5 | (21.3)—3.5 | 6.2 | (20.7)—3.5 | 6.8 | |
| | | | | | 21.2—24.0 | 2.8 | 20.7—24.0 | 3.3 | |
| | 28 20.5—21.1 | 0.6 | 20.5—20.8 | 0.3 | (20.7)—3.7 | 7.0 | (20.5)—3.7 | 7.2 | |
| | | | | | 20.7—24.0 | 3.3 | 20.5—24.0 | 3.5 | |
| VIII | 5 20.2—20.8 | 0.6 | 20.2—20.4 | 0.2 | (20.2)—3.9 | 7.7 | (20.2)—3.9 | 7.7 | |
| | | | | | 20.2—24.0 | 3.8 | 20.2—24.0 | 3.8 | |
| | 13 20.0—20.6 | 0.6 | 20.0—20.1 | 0.1 | (20.0)—4.2 | 8.2 | (20.0)—3.8 | 7.8 | |
| | | | | | 20.0—24.0 | 4.0 | 20.0—24.0 | 4.0 | |
| | 21 19.7—20.3 | 0.6 | — | — | (19.7)—4.4 | 8.7 | (19.7)—3.3 | 7.6 | |
| | | | | | 19.7—24.0 | 4.3 | 19.7—24.0 | 4.3 | |
| | 29 19.4—20.0 | 0.6 | — | — | (19.4)—4.3 | 8.9 | (19.4)—2.7 | 7.3 | |
| | | | | | 19.4—24.0 | 4.6 | 19.4—24.0 | 4.6 | |
| IX | 6 19.1—19.7 | 0.6 | — | — | (19.1)—3.7 | 8.6 | (19.1)—2.1 | 7.0 | |
| | | | | | 19.1—24.0 | 4.9 | 19.1—24.0 | 4.9 | |
| | 14 18.8—19.4 | 0.6 | — | — | (18.8)—3.1 | 8.3 | (18.8)—1.5 | 6.7 | |
| | | | | | 18.8—24.0 | 5.2 | 18.8—24.0 | 5.2 | |
| | 22 18.5—19.2 | 0.7 | — | — | (18.5)—2.5 | 8.0 | (18.5)—1.0 | 6.5 | |
| | | | | | 18.5—24.0 | 5.5 | 18.5—24.0 | 5.5 | |
| | 30 18.2—18.9 | 0.7 | — | — | (18.2)—1.9 | 7.7 | (18.3)—0.5 | 6.2 | |
| | | | | | 18.2—24.0 | 5.8 | 18.2—24.0 | 5.8 | |
| X | 8 17.9—18.8 | 0.9 | — | — | (18.0)—1.4 | 7.4 | 17.9—23.8 | 5.9 | |
| | | | | | 17.9—24.0 | 6.1 | | | |
| | 16 17.6—18.6 | 1.0 | — | — | (17.7)—0.8 | 7.1 | 17.6—23.3 | 5.7 | |
| | | | | | 17.6—24.0 | 6.4 | | | |
| | 24 17.4—18.6 | 1.2 | — | — | (17.4)—0.3 | 6.9 | 17.4—22.8 | 5.4 | |
| | | | | | 17.4—24.0 | 6.6 | | | |
| | 1 17.2—18.6 | 1.4 | 6.1—6.3 | 0.2 | 17.2—23.8 | 6.6 | 17.2—22.3 | 5.1 | |
| | 9 17.0—18.6 | 1.6 | 6.1—6.5 | 0.4 | 17.0—23.3 | 6.3 | 17.0—21.8 | 4.8 | |
| | 17 16.8—18.6 | 1.8 | 6.1—6.7 | 0.6 | 16.8—22.8 | 6.0 | 16.8—21.3 | 4.5 | |
| | 25 16.7—18.7 | 2.0 | 6.1—6.9 | 0.8 | 16.7—22.4 | 5.7 | 16.7—20.9 | 4.2 | |
| | XII | 3 16.6—18.6 | 2.0 | 6.0—7.0 | 1.0 | 16.6—21.9 | 5.3 | 16.6—20.4 | 3.8 |
| | 11 16.6—18.6 | 2.0 | 6.0—7.1 | 1.1 | 16.6—21.6 | 5.0 | 16.6—19.9 | 3.3 | |
| | 19 16.6—18.3 | 1.7 | 6.0—7.3 | 1.3 | 16.6—21.1 | 4.5 | 16.6—19.5 | 2.9 | |
| | 27 16.7—17.8 | 1.1 | 6.0—7.3 | 1.3 | 16.7—20.7 | 4.0 | 16.7—19.0 | 2.3 | |
| I | 4 16.8—17.1 | 0.3 | 5.9—7.3 | 1.4 | 16.8—20.4 | 3.6 | 16.8—18.6 | 1.8 | |

Примітка. Моменти, подані в дужках, належать попередній даті.

Таблиця 21

ГЕЛІОЦЕНТРИЧНІ ДОВГОТИ (l) І ВІДСТАНІ (r) ПЛАНЕТ,
ГЕОЦЕНТРИЧНІ ВІДСТАНІ (ρ)

| Дата | Меркурій | | | Венера | | | |
|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-------|
| | l , град. | r , а. о. | ρ , а. о. | l , град. | r , а. о. | ρ , а. о. | |
| Січень 2021 | 1 | 303.8 | 0.432 | 1.390 | 232.2 | 0.724 | 1.560 |
| | 5 | 317.3 | 0.414 | 1.349 | 238.6 | 0.725 | 1.574 |
| | 9 | 332.2 | 0.393 | 1.296 | 245.0 | 0.725 | 1.587 |
| | 13 | 348.8 | 0.370 | 1.229 | 251.3 | 0.726 | 1.600 |
| | 17 | 7.5 | 0.347 | 1.147 | 257.7 | 0.726 | 1.612 |
| | 21 | 28.7 | 0.327 | 1.050 | 264.0 | 0.727 | 1.624 |
| | 25 | 52.1 | 0.313 | 0.943 | 270.4 | 0.727 | 1.635 |
| | 29 | 77.0 | 0.307 | 0.833 | 276.7 | 0.727 | 1.645 |
| Лютий | 2 | 102.1 | 0.312 | 0.738 | 283.0 | 0.728 | 1.655 |
| | 6 | 125.9 | 0.326 | 0.673 | 289.4 | 0.728 | 1.664 |
| | 10 | 147.4 | 0.346 | 0.648 | 295.7 | 0.728 | 1.672 |
| | 14 | 166.4 | 0.369 | 0.659 | 302.0 | 0.728 | 1.680 |
| | 18 | 183.0 | 0.392 | 0.698 | 308.3 | 0.728 | 1.687 |
| | 22 | 197.8 | 0.413 | 0.751 | 314.6 | 0.728 | 1.694 |
| | 26 | 211.2 | 0.432 | 0.812 | 321.0 | 0.728 | 1.700 |
| | 29 | 223.6 | 0.447 | 0.875 | 327.3 | 0.728 | 1.705 |
| Березень | 6 | 235.2 | 0.458 | 0.936 | 333.6 | 0.728 | 1.710 |
| | 10 | 246.4 | 0.464 | 0.995 | 340.0 | 0.728 | 1.714 |
| | 14 | 257.4 | 0.467 | 1.051 | 346.3 | 0.727 | 1.717 |
| | 18 | 268.4 | 0.465 | 1.104 | 352.7 | 0.727 | 1.720 |
| | 22 | 279.7 | 0.458 | 1.153 | 359.0 | 0.727 | 1.722 |
| | 26 | 291.4 | 0.447 | 1.199 | 5.4 | 0.726 | 1.723 |
| | 30 | 303.9 | 0.432 | 1.240 | 11.8 | 0.726 | 1.723 |
| | 31 | 317.4 | 0.418 | 1.276 | 18.1 | 0.725 | 1.723 |
| Квітень | 7 | 332.3 | 0.392 | 1.306 | 24.5 | 0.725 | 1.722 |
| | 11 | 348.9 | 0.369 | 1.328 | 30.9 | 0.724 | 1.720 |
| | 15 | 7.7 | 0.347 | 1.337 | 37.3 | 0.724 | 1.717 |
| | 19 | 28.9 | 0.327 | 1.331 | 43.7 | 0.723 | 1.714 |
| | 23 | 52.3 | 0.313 | 1.305 | 50.1 | 0.723 | 1.709 |
| | 27 | 77.2 | 0.307 | 1.257 | 56.5 | 0.722 | 1.704 |
| | 30 | 102.3 | 0.312 | 1.188 | 63.0 | 0.722 | 1.698 |
| | 31 | 126.1 | 0.326 | 1.105 | 69.4 | 0.721 | 1.691 |
| Травень | 9 | 147.6 | 0.346 | 1.015 | 75.9 | 0.721 | 1.683 |
| | 13 | 166.5 | 0.369 | 0.925 | 82.3 | 0.720 | 1.674 |
| | 17 | 183.1 | 0.392 | 0.839 | 88.8 | 0.720 | 1.664 |
| | 21 | 197.9 | 0.413 | 0.760 | 95.2 | 0.719 | 1.653 |
| | 25 | 211.3 | 0.432 | 0.691 | 101.7 | 0.719 | 1.642 |
| | 29 | 223.7 | 0.447 | 0.633 | 108.2 | 0.719 | 1.629 |
| | 31 | 235.3 | 0.458 | 0.590 | 114.6 | 0.719 | 1.616 |
| | 1 | 246.5 | 0.464 | 0.561 | 121.2 | 0.719 | 1.602 |
| Червень | 10 | 257.5 | 0.467 | 0.551 | 127.6 | 0.718 | 1.586 |
| | 14 | 268.5 | 0.465 | 0.557 | 134.2 | 0.718 | 1.570 |
| | 18 | 279.8 | 0.458 | 0.582 | 140.6 | 0.718 | 1.553 |
| | 22 | 291.5 | 0.447 | 0.623 | 147.2 | 0.719 | 1.535 |
| | 26 | 304.0 | 0.432 | 0.678 | 153.6 | 0.719 | 1.517 |

| Дата | Меркурій | | | Венера | | | |
|----------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-------|
| | l , град. | r , а. о. | ρ , а. о. | l , град. | r , а. о. | ρ , а. о. | |
| Червень | 30 | 317.5 | 0.414 | 0.746 | 160.2 | 0.719 | 1.497 |
| Липень | 4 | 332.4 | 0.392 | 0.825 | 166.6 | 0.719 | 1.477 |
| | 8 | 349.2 | 0.369 | 0.912 | 173.1 | 0.720 | 1.456 |
| | 12 | 7.9 | 0.347 | 1.004 | 179.6 | 0.720 | 1.435 |
| | 16 | 29.0 | 0.327 | 1.096 | 186.1 | 0.720 | 1.412 |
| | 20 | 52.5 | 0.313 | 1.183 | 192.6 | 0.721 | 1.389 |
| | 24 | 77.4 | 0.307 | 1.255 | 199.0 | 0.721 | 1.366 |
| | 28 | 102.5 | 0.312 | 1.308 | 205.4 | 0.722 | 1.341 |
| Серпень | 1 | 126.3 | 0.326 | 1.339 | 211.9 | 0.722 | 1.316 |
| | 5 | 147.7 | 0.346 | 1.350 | 218.3 | 0.723 | 1.291 |
| | 9 | 166.6 | 0.369 | 1.345 | 224.7 | 0.724 | 1.265 |
| | 13 | 183.3 | 0.392 | 1.327 | 231.1 | 0.724 | 1.239 |
| | 17 | 198.0 | 0.413 | 1.300 | 237.5 | 0.725 | 1.212 |
| | 21 | 211.4 | 0.432 | 1.266 | 243.8 | 0.725 | 1.185 |
| | 25 | 223.7 | 0.447 | 1.227 | 250.2 | 0.726 | 1.157 |
| | 29 | 235.4 | 0.458 | 1.182 | 256.6 | 0.726 | 1.129 |
| Вересень | 2 | 246.6 | 0.464 | 1.134 | 262.9 | 0.727 | 1.101 |
| | 6 | 257.6 | 0.467 | 1.081 | 269.3 | 0.727 | 1.072 |
| | 10 | 268.6 | 0.464 | 1.025 | 275.6 | 0.727 | 1.043 |
| | 14 | 279.9 | 0.458 | 0.965 | 281.9 | 0.728 | 1.014 |
| | 18 | 291.6 | 0.447 | 0.902 | 288.2 | 0.728 | 0.985 |
| | 22 | 304.1 | 0.432 | 0.838 | 294.6 | 0.728 | 0.955 |
| | 26 | 317.6 | 0.413 | 0.774 | 300.9 | 0.728 | 0.925 |
| | 30 | 332.5 | 0.392 | 0.717 | 307.2 | 0.728 | 0.895 |
| Жовтень | 4 | 349.2 | 0.369 | 0.675 | 313.6 | 0.728 | 0.865 |
| | 8 | 8.0 | 0.346 | 0.658 | 319.9 | 0.728 | 0.835 |
| | 12 | 29.2 | 0.326 | 0.680 | 326.2 | 0.728 | 0.804 |
| | 16 | 52.7 | 0.313 | 0.742 | 332.5 | 0.728 | 0.774 |
| | 20 | 77.6 | 0.308 | 0.837 | 338.9 | 0.728 | 0.743 |
| | 24 | 102.7 | 0.313 | 0.946 | 345.2 | 0.727 | 0.712 |
| | 28 | 126.4 | 0.326 | 1.055 | 351.6 | 0.727 | 0.682 |
| | 1 | 147.9 | 0.346 | 1.153 | 357.9 | 0.727 | 0.651 |
| Листопад | 5 | 166.8 | 0.369 | 1.235 | 4.3 | 0.726 | 0.621 |
| | 9 | 183.4 | 0.392 | 1.303 | 10.7 | 0.726 | 0.590 |
| | 13 | 198.2 | 0.413 | 1.356 | 17.0 | 0.725 | 0.560 |
| | 17 | 211.5 | 0.432 | 1.396 | 23.4 | 0.725 | 0.530 |
| | 21 | 223.8 | 0.447 | 1.424 | 29.8 | 0.724 | 0.501 |
| | 25 | 235.5 | 0.458 | 1.442 | 36.2 | 0.724 | 0.472 |
| | 29 | 246.6 | 0.464 | 1.451 | 42.6 | 0.723 | 0.444 |
| | 3 | 257.6 | 0.467 | 1.450 | 49.0 | 0.723 | 0.417 |
| Грудень | 7 | 268.7 | 0.464 | 1.440 | 55.4 | 0.722 | 0.391 |
| | 11 | 280.0 | 0.458 | 1.420 | 61.9 | 0.722 | 0.366 |
| | 15 | 291.7 | 0.447 | 1.392 | 68.3 | 0.721 | 0.342 |
| | 19 | 304.2 | 0.432 | 1.352 | 74.7 | 0.721 | 0.321 |
| | 23 | 317.7 | 0.413 | 1.302 | 81.2 | 0.720 | 0.303 |
| | 27 | 332.6 | 0.392 | 1.239 | 87.6 | 0.720 | 0.288 |
| | 31 | 349.3 | 0.369 | 1.163 | 94.1 | 0.719 | 0.276 |
| | Січень 2022 | 4 | 8.2 | 0.346 | 1.073 | 100.6 | 0.719 |

Продовження табл. 21

| Дата | | Земля | | Марс | | |
|----------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| | | <i>l</i> , град. | <i>r</i> , а. о. | <i>l</i> , град. | <i>r</i> , а. о. | ρ , а. о. |
| Січень | 1 | 100.8 | 0.983 | 66.0 | 1.509 | 0.899 |
| | 9 | 108.9 | 0.983 | 70.2 | 1.520 | 0.972 |
| | 17 | 117.1 | 0.984 | 74.4 | 1.530 | 1.047 |
| | 25 | 125.2 | 0.984 | 78.5 | 1.540 | 1.124 |
| Лютий | 2 | 133.4 | 0.985 | 82.6 | 1.551 | 1.202 |
| | 10 | 141.5 | 0.987 | 86.6 | 1.561 | 1.280 |
| | 18 | 149.6 | 0.988 | 90.5 | 1.570 | 1.359 |
| | 26 | 157.6 | 0.990 | 94.4 | 1.580 | 1.437 |
| Березень | 6 | 165.6 | 0.992 | 98.3 | 1.589 | 1.515 |
| | 14 | 173.6 | 0.994 | 102.1 | 1.597 | 1.592 |
| | 22 | 181.6 | 0.996 | 105.9 | 1.606 | 1.668 |
| | 30 | 189.5 | 0.999 | 109.6 | 1.613 | 1.742 |
| Квітень | 7 | 197.4 | 1.001 | 113.3 | 1.621 | 1.815 |
| | 15 | 205.3 | 1.003 | 117.0 | 1.628 | 1.886 |
| | 23 | 213.1 | 1.005 | 120.6 | 1.634 | 1.955 |
| Травень | 1 | 220.8 | 1.008 | 124.3 | 1.640 | 2.021 |
| | 9 | 228.6 | 1.010 | 127.9 | 1.645 | 2.085 |
| | 17 | 236.3 | 1.011 | 131.4 | 1.650 | 2.145 |
| | 25 | 244.0 | 1.013 | 135.0 | 1.654 | 2.203 |
| Червень | 2 | 251.7 | 1.014 | 138.5 | 1.658 | 2.258 |
| | 10 | 259.4 | 1.015 | 142.0 | 1.661 | 2.310 |
| | 18 | 267.0 | 1.016 | 145.6 | 1.663 | 2.358 |
| | 26 | 274.6 | 1.016 | 149.1 | 1.665 | 2.402 |
| Липень | 4 | 282.3 | 1.017 | 152.6 | 1.666 | 2.443 |
| | 12 | 289.9 | 1.017 | 156.0 | 1.666 | 2.481 |
| | 20 | 297.5 | 1.016 | 159.5 | 1.666 | 2.514 |
| | 28 | 305.2 | 1.015 | 163.0 | 1.665 | 2.544 |
| Серпень | 5 | 312.8 | 1.014 | 166.5 | 1.663 | 2.569 |
| | 13 | 320.5 | 1.013 | 170.0 | 1.661 | 2.591 |
| | 21 | 328.2 | 1.012 | 173.6 | 1.658 | 2.609 |
| | 29 | 335.9 | 1.010 | 177.1 | 1.655 | 2.622 |
| Вересень | 6 | 343.6 | 1.008 | 180.6 | 1.651 | 2.631 |
| | 14 | 351.4 | 1.006 | 184.2 | 1.647 | 2.637 |
| | 22 | 359.2 | 1.004 | 187.8 | 1.641 | 2.638 |
| | 30 | 7.1 | 1.002 | 191.4 | 1.636 | 2.635 |
| Жовтень | 8 | 14.9 | 0.999 | 195.0 | 1.629 | 2.629 |
| | 16 | 22.9 | 0.997 | 198.7 | 1.623 | 2.618 |
| | 24 | 30.8 | 0.995 | 202.4 | 1.615 | 2.603 |
| | Листопад | 1 | 38.8 | 0.993 | 206.1 | 1.608 |
| Грудень | 9 | 46.8 | 0.991 | 209.9 | 1.599 | 2.563 |
| | 17 | 54.9 | 0.989 | 213.7 | 1.591 | 2.538 |
| | 25 | 62.9 | 0.987 | 217.6 | 1.582 | 2.510 |
| | 3 | 71.0 | 0.986 | 221.4 | 1.573 | 2.478 |
| | 11 | 79.2 | 0.985 | 225.4 | 1.563 | 2.444 |
| Січень | 19 | 87.3 | 0.984 | 229.4 | 1.553 | 2.406 |
| | 27 | 95.4 | 0.983 | 233.4 | 1.543 | 2.367 |
| | 4 | 103.6 | 0.983 | 237.5 | 1.533 | 2.325 |

| Дата | Юпітер | | | Сатурн | | | |
|----------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|--------|
| | <i>l</i> , град. | <i>r</i> , а. о. | ρ , а. о. | <i>l</i> , град. | <i>r</i> , а. о. | ρ , а. о. | |
| Січень | 1 | 306.9 | 5.096 | 5.994 | 303.6 | 9.987 | 10.900 |
| | 21 | 308.7 | 5.089 | 6.066 | 304.3 | 9.984 | 10.966 |
| Лютий | 10 | 310.4 | 5.082 | 6.054 | 304.9 | 9.981 | 10.930 |
| Березень | 2 | 312.2 | 5.076 | 5.958 | 305.5 | 9.977 | 10.793 |
| | 22 | 313.9 | 5.069 | 5.787 | 306.1 | 9.974 | 10.570 |
| Квітень | 11 | 315.6 | 5.063 | 5.551 | 306.7 | 9.971 | 10.282 |
| Травень | 1 | 317.4 | 5.057 | 5.268 | 307.3 | 9.967 | 9.956 |
| | 21 | 319.2 | 5.051 | 4.958 | 307.9 | 9.963 | 9.626 |
| Червень | 10 | 320.9 | 5.045 | 4.648 | 308.5 | 9.960 | 9.328 |
| | 30 | 322.7 | 5.039 | 4.369 | 309.2 | 9.956 | 9.097 |
| Липень | 20 | 324.5 | 5.033 | 4.153 | 309.8 | 9.953 | 8.962 |
| Серпень | 9 | 326.2 | 5.028 | 4.032 | 310.4 | 9.949 | 8.942 |
| | 29 | 328.0 | 5.023 | 4.025 | 311.0 | 9.945 | 9.039 |
| Вересень | 18 | 329.8 | 5.017 | 4.133 | 311.6 | 9.941 | 9.241 |
| Жовтень | 8 | 331.6 | 5.012 | 4.340 | 312.2 | 9.937 | 9.520 |
| | 28 | 333.4 | 5.007 | 4.615 | 312.9 | 9.933 | 9.843 |
| Листопад | 17 | 335.2 | 5.003 | 4.922 | 313.5 | 9.929 | 10.170 |
| Грудень | 7 | 337.0 | 4.998 | 5.229 | 314.1 | 9.925 | 10.467 |
| | 27 | 338.8 | 4.994 | 5.506 | 314.7 | 9.921 | 10.700 |
| Січень | 16 | 340.6 | 4.990 | 5.730 | 315.3 | 9.917 | 10.849 |

| Дата | Уран | | | Нептун | | | |
|----------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|--------|
| | <i>l</i> , град. | <i>r</i> , а. о. | ρ , а. о. | <i>l</i> , град. | <i>r</i> , а. о. | ρ , а. о. | |
| Січень | 1 | 39.4 | 19.772 | 19.321 | 350.2 | 29.927 | 30.286 |
| | 21 | 39.6 | 19.770 | 19.650 | 350.3 | 29.927 | 30.579 |
| Лютий | 10 | 39.8 | 19.767 | 19.990 | 350.5 | 29.926 | 30.793 |
| Березень | 2 | 40.0 | 19.764 | 20.301 | 350.6 | 29.926 | 30.905 |
| | 22 | 40.3 | 19.762 | 20.549 | 350.7 | 29.925 | 30.904 |
| Квітень | 11 | 40.5 | 19.759 | 20.708 | 350.8 | 29.925 | 30.793 |
| Травень | 1 | 40.7 | 19.756 | 20.764 | 351.0 | 29.925 | 30.583 |
| | 21 | 40.9 | 19.754 | 20.712 | 351.1 | 29.924 | 30.300 |
| Червень | 10 | 41.1 | 19.751 | 20.558 | 351.2 | 29.924 | 29.974 |
| | 30 | 41.4 | 19.748 | 20.319 | 351.3 | 29.924 | 29.640 |
| Липень | 20 | 41.6 | 19.746 | 20.017 | 351.4 | 29.923 | 29.336 |
| Серпень | 9 | 41.8 | 19.743 | 19.683 | 351.6 | 29.923 | 29.098 |
| | 29 | 42.0 | 19.740 | 19.353 | 351.7 | 29.923 | 28.952 |
| Вересень | 18 | 42.2 | 19.737 | 19.065 | 351.8 | 29.922 | 28.920 |
| Жовтень | 8 | 42.5 | 19.735 | 18.854 | 351.9 | 29.922 | 29.005 |
| | 28 | 42.7 | 19.732 | 18.748 | 352.1 | 29.921 | 29.200 |
| Листопад | 17 | 42.9 | 19.729 | 18.763 | 352.2 | 29.921 | 29.481 |
| Грудень | 7 | 43.1 | 19.726 | 18.898 | 352.3 | 29.921 | 29.813 |
| | 27 | 43.4 | 19.723 | 19.135 | 352.4 | 29.920 | 30.157 |
| Січень | 16 | 43.6 | 19.721 | 19.443 | 352.5 | 29.920 | 30.471 |

ГРАФІЧНИЙ КАЛЕНДАР ФАЗ МІСЯЦЯ ТА ВИДИМОСТІ ПЛАНЕТ ДЛЯ ШИРОТИ 50°

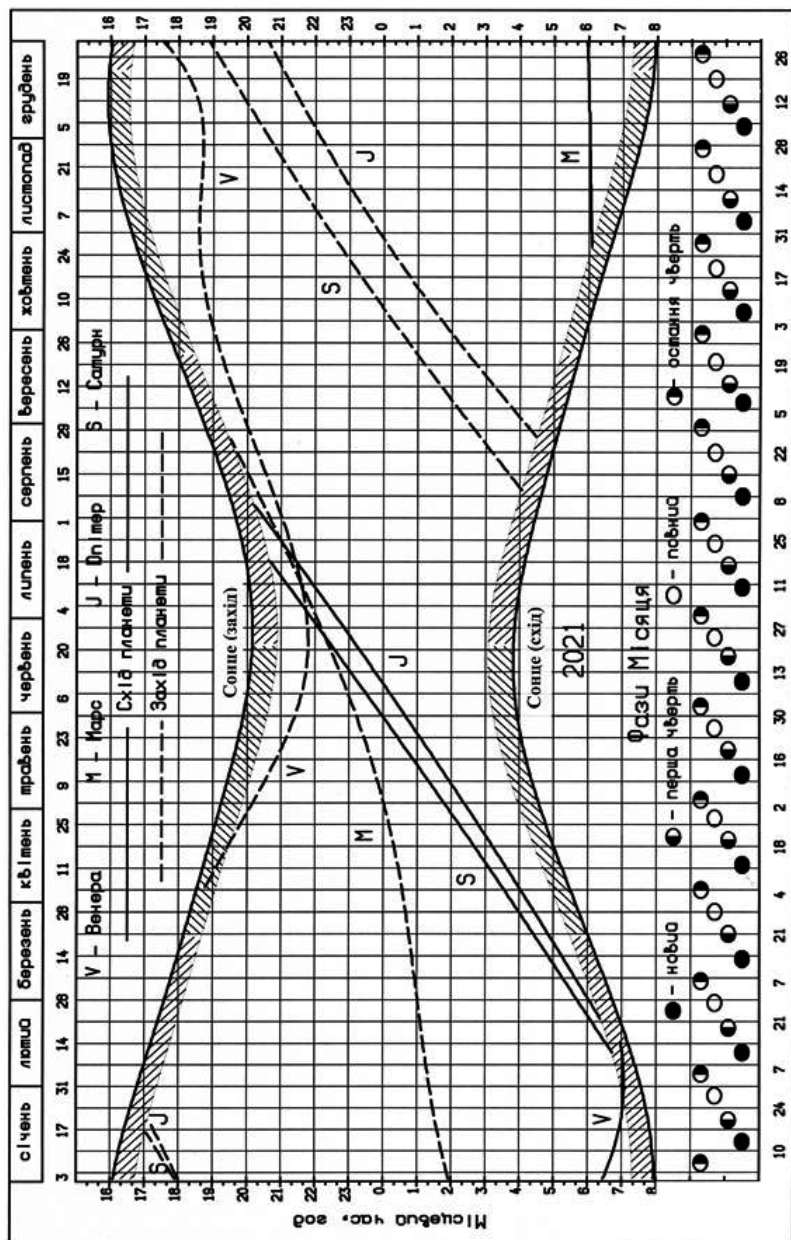
Графічний календар дає змогу встановити дати фаз Місяця, визначити умови видимості яскравих планет для будь-якої календарної дати, а також наочно простежити зміну цих умов упродовж року.

У календарі по горизонталі розміщено дати 2021 р. Сітка вертикальних ліній (ліній дати), виконана з інтервалом сім днів, фіксує дати неділей, що дає змогу легко ідентифікувати інші дні тижня. На вертикальній осі календаря відкладено місцевий середній час меридіану спостерігача. Щоб перейти до шкали київського часу, яким користуємось у побуті, слід додати до визначеного моменту величину (2 год — λ), де λ — географічна довгота пункту спостереження, яку беруть з табл. 50 або з географічної карти. У разі запровадження в країні літнього часу слід у період його дії додавати величину (3 год — λ).

На основному полі календаря, обмеженому лініями сходу та заходу Сонця, зображено графіки моментів сходу (суцільні криві) та заходу (штрихові криві) для чотирьох яскравих планет: Венери (V), Марса (M), Юпітера (J), Сатурна (S).

Щоб визначити умови видимості планет, слід від потрібної дати на горизонтальній осі провести вертикально лінію дати. Точки перетину лінії дати з кривими графіків укажуть моменти сходу та заходу планет і Сонця, а також кінець вечірніх і початок ранкових громадянських присмерків, смуги яких на малюнку заштриховано. Зміна напрямку штриховки означає зміну астрономічних пір року і, таким чином, указує на дати сонцестоянь і рівнодень.

Видимість планети умовно обмежують її сходом (або заходом) і присмерками. Реальні моменти початку і кінця видимості планети залежать від багатьох чинників. У календарі враховано певною мірою тільки середні блиски планет. Якщо лінія дати після перетину кривої заходу Сонця перетинає лінію заходу планети, то цю планету буде видно приблизно з моменту закінчення вечірніх присмерків до її заходу; якщо ж лінія дати спочатку перетинає криву сходу планети, а потім криву сходу Сонця, то видимість планети триває з моменту її сходу до ранкових присмерків. Наприклад, у ніч проти 10 травня 2021 р. Венеру та Марс можна буде спостерігати ввечері 9 травня після закінчення вечірніх присмерків (приблизно з 20 год) і до заходу планет близько 20 год 30 хв та о 23 год 50 хв відповідно. Сатурн зійде о 1 год 20 хв, а Юпітер — близько 2-ї год ночі 10 травня і будуть доступними для спостереження до ранку, принаймні до початку ранкових присмерків (3 год 40 хв).



Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°

Спостереження планет слід починати через півгодини-годину після їхнього сходу і завершувати дещо раніше заходу, оскільки поблизу горизонту атмосфера дуже послаблює світло небесних тіл. Для умов видимості важливе значення має також блиск світила. Так, яскраву Венеру добре видно навіть у присмерках, а значно слабший Марс, як правило, — тільки за цілковитої темряви.

Щоб визначити фазу Місяця в ту чи ту дату, слід провести вертикальну лінію через центр найближчого до цієї дати значка, який зображує деяку фазу. Так, на малюнку найближчим до 9 (10) травня зображенням є фаза «новий Місяць», яка припадає на 11 травня. А отже, в ніч проти 10 травня буде ще «старий» Місяць, вузький серп якого, можливо, буде видно перед сходом Сонця 10 травня.

Графічний календар складено для широти 50° . Для інших географічних широт він подаватиме моменти астрономічних явищ із похибками, які, однак, не перевищуватимуть 30 хв для більшої частини України (за винятком південних областей і Автономної Республіки Крим). Щоб забезпечити вищу точність моментів, слід звернутися до таблиць.

Календар можна використовувати для планування навчальних й аматорських астрономічних спостережень.

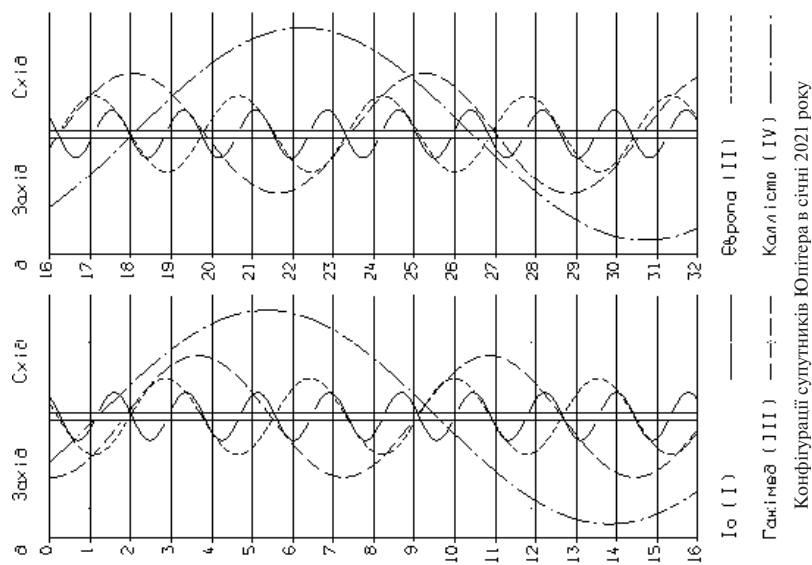
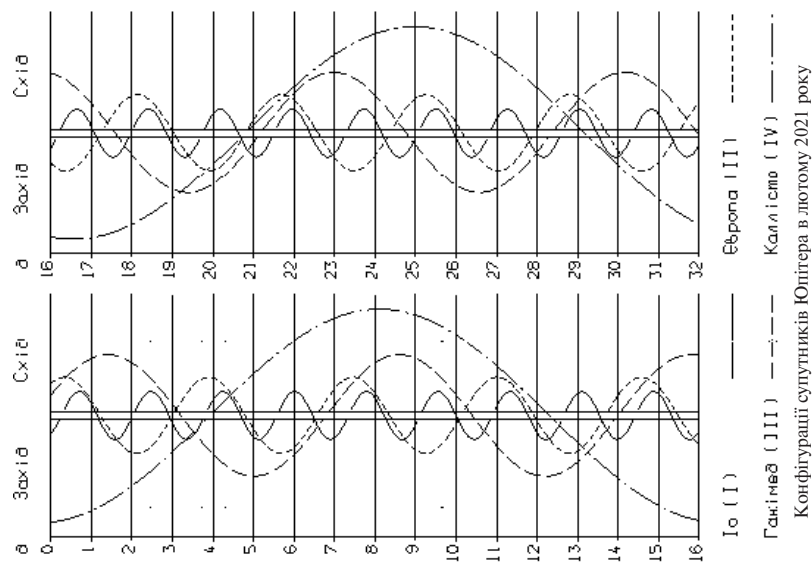
ГАЛЛЕЄВІ СУПУТНИКИ ЮПІТЕРА

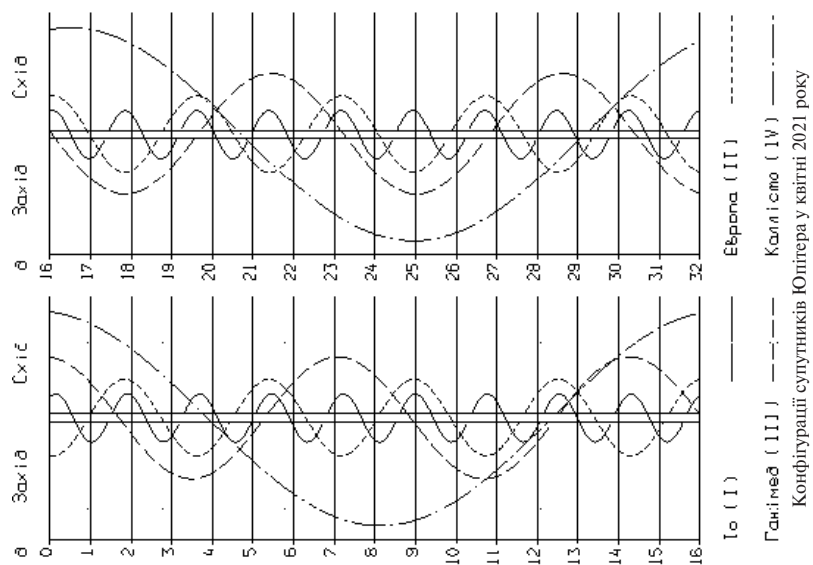
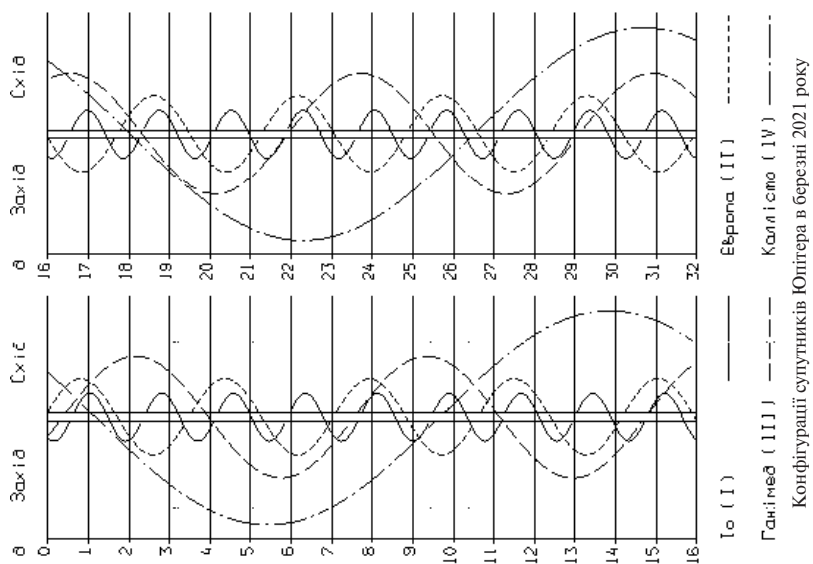
Нижче подано графіки конфігурацій найяскравіших супутників Юпітера: Іо (I), Європи (II), Ганімеда (III), Каллісто (IV), які можна спостерігати в невеликий телескоп або бінокль на території України в темний час доби. Для земного спостерігача орбіти цих супутників видно з ребра, тому вони перебувають поблизу лінії, яка є продовженням екваторіальної смуги Юпітера. На графіках центральна вертикальна смуга зображує диск Юпітера в різні моменти всесвітнього часу. Горизонтальні лінії зазначають початок календарних діб, тобто відповідають 0 год 00 хв за всесвітнім часом для наведених біля цих ліній дат.

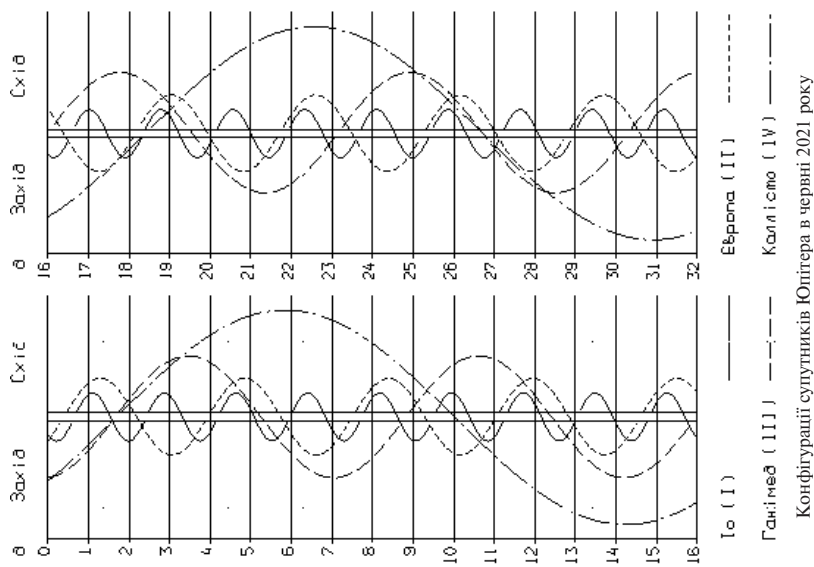
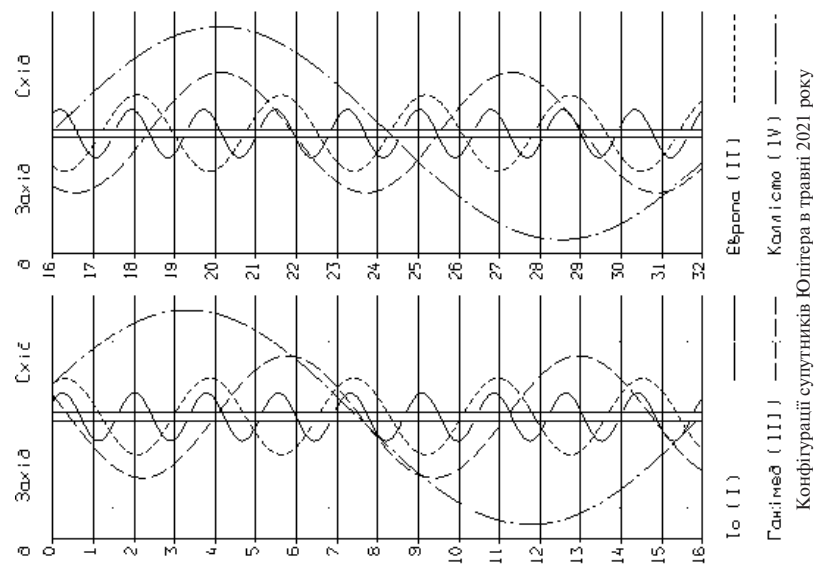
Положення супутників щодо Юпітера зображено кривими різних типів. Конфігурації наведено для спостережень у телескоп-рефрактор, тобто схід — праворуч від диска, а захід — ліворуч від нього. Щоб дізнатися про конфігурації супутників у певний момент усесвітнього часу, слід провести горизонтальну лінію, яка відповідає даному моментові. Точки перетину цієї лінії з кривими графіків дадуть уявлення про розташування того чи іншого супутника відносно планети. Можна визначити відстань між супутником і Юпітером в одиницях його діаметра (радіуса).

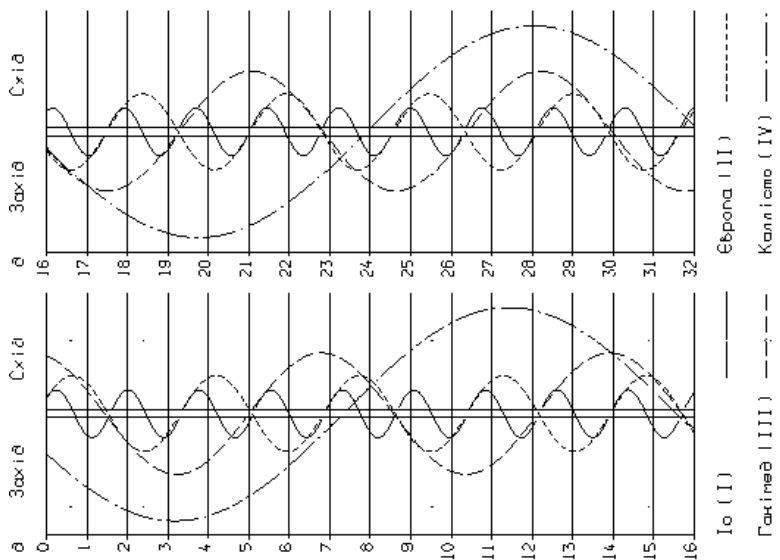
Нижче наведено приклад розташування супутників відносно диска Юпітера в його екваторіальній площині в 0 год усесвітнього часу 1 липня 2021 року.



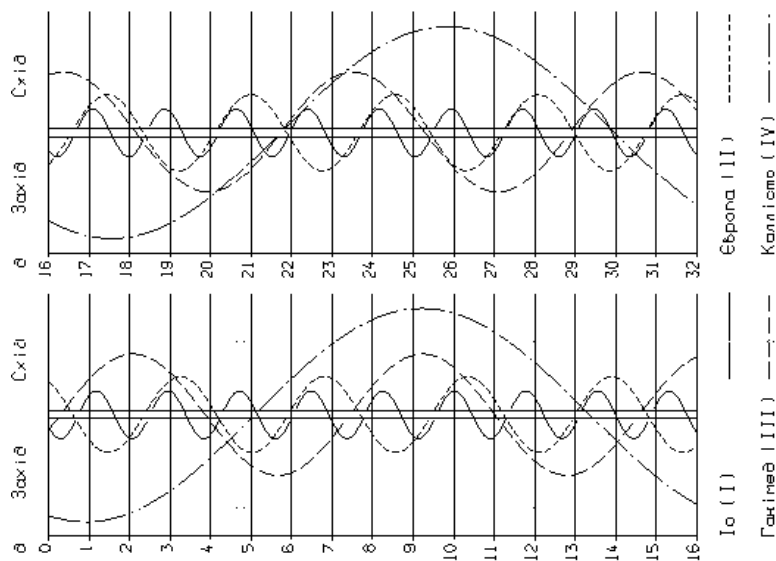




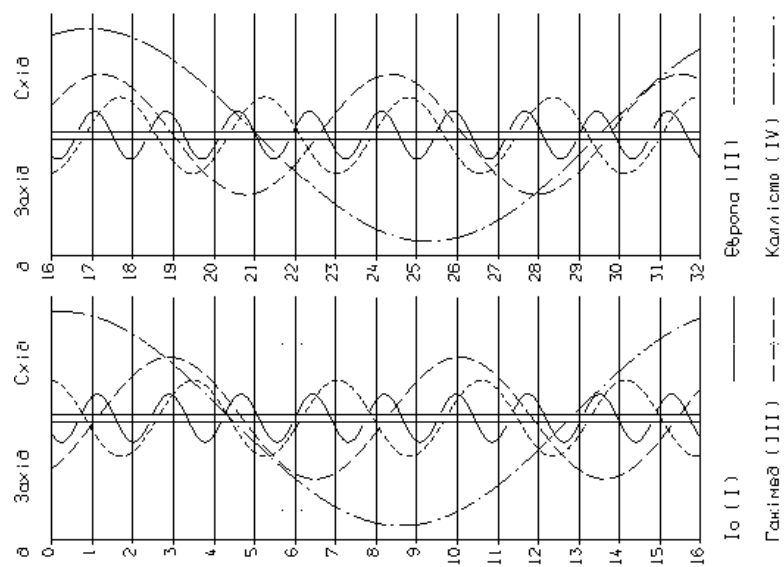




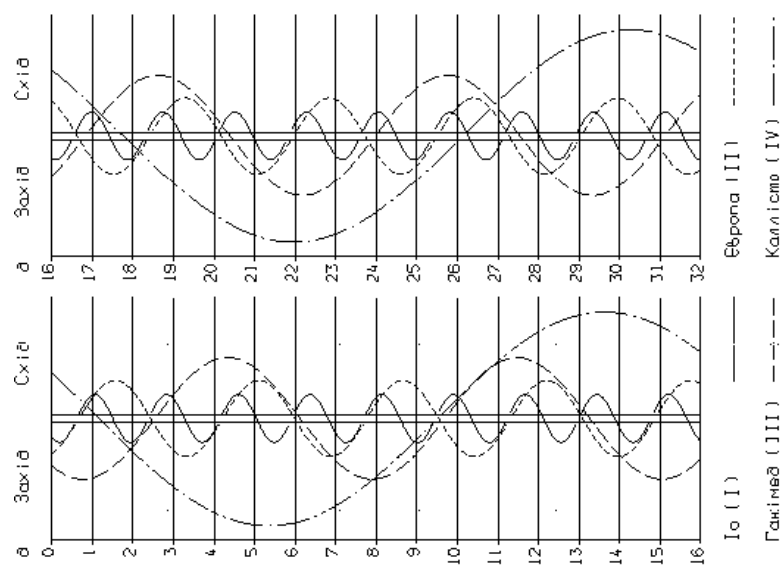
Конфігурації супутників Юпітера в серпні 2021 року



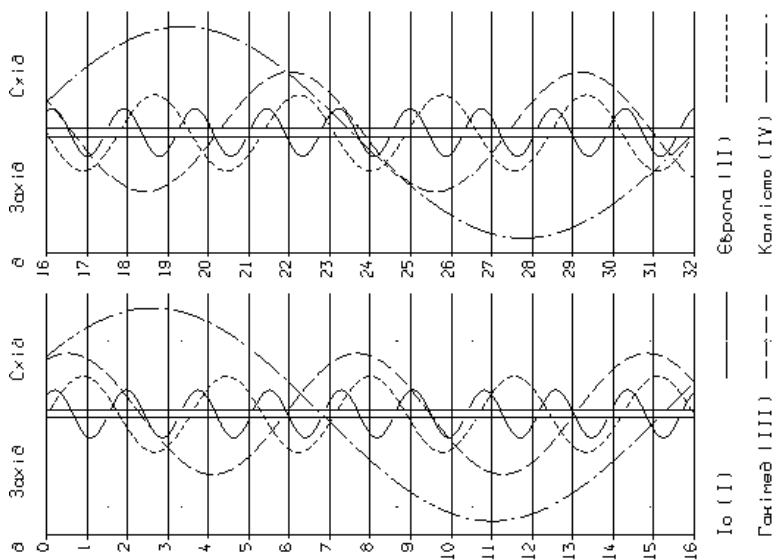
Конфігурації супутників Юпітера в липні 2021 року



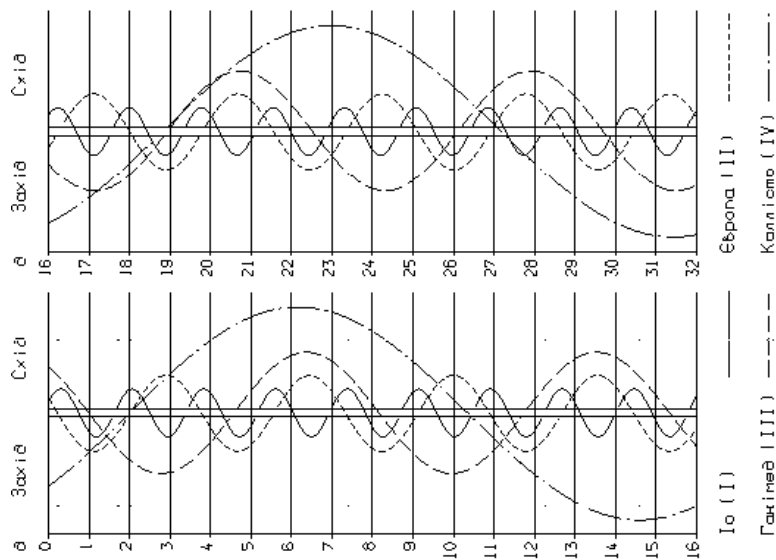
Конфігурації супутників Юпітера в жовтні 2021 року



Конфігурації супутників Юпітера у вересні 2021 року



Конфігурації супутників Юпітера в листопаді 2021 року



Конфігурації супутників Юпітера в грудні 2021 року

Таблиця 22

СЕРЕДНІ ЕЛЕМЕНТИ ОРБИТ ПЛАНЕТ НА ЕПОХУ J2000.0

| Планети | Нахил i | Довгота | | Добовий рух n | Ексцентриситет e | Середня довгота L |
|----------|--------------|---------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | висхідного вузла | перигелію | | | |
| | град. | | | | град. | |
| Меркурій | 7.00 | 48.33 | 77.46 | 4.09 | 0.21 | 252.25 |
| Венера | 3.39 | 76.68 | 131.53 | 1.60 | 0.01 | 181.98 |
| Земля | - | 0.00 | 102.95 | 1.00 | 0.02 | 100.47 |
| Марс | 1.85 | 49.58 | 336.04 | 0.52 | 0.09 | 355.45 |
| Юпітер | 1.31 | 100.56 | 14.75 | 0.08 | 0.05 | 34.40 |
| Сатурн | 2.48 | 113.72 | 92.43 | 0.03 | 0.05 | 49.94 |
| Уран | 0.77 | 73.98 | 173.03 | 0.01 | 0.05 | 314.06 |
| Нептун | 1.77 | 131.79 | 48.12 | 0.01 | 0.01 | 304.35 |

Таблиця 23

ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

| Планети | Середній екваторіальний радіус, км | Маса в одиницях маси Землі | Об'єм в одиницях об'єму Землі | Густина, г/см ³ | Стиснення геометричне | Сидеричний період обертання в одн. тропічного року |
|----------|---|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|
| Меркурій | 2439.7 | 0.055 | 0.056 | 5.43 | 0 | 0.24 |
| Венера | 6051.8 | 0.815 | 0.858 | 5.24 | 0 | 0.62 |
| Земля | 6378.14 | 1.000 | 1.000 | 5.513 | 0.003 | 1.00 |
| Марс | 3396.19 | 0.107 | 0.150 | 3.93 | 0.006 | 1.88 |
| Юпітер | 71492 | 317.828 | 1317.933 | 1.33 | 0.065 | 11.86 |
| Сатурн | 60268 | 95.161 | 749.718 | 0.69 | 0.098 | 29.42 |
| Уран | 25559 | 14.536 | 61.513 | 1.27 | 0.023 | 83.75 |
| Нептун | 24764 | 17.148 | 53.909 | 1.64 | 0.017 | 163.72 |

| Планети | Середня відстань від Сонця | | Мінімальна геоцентрична відстань | Максимальний кутовий екваторіальний діаметр | Візуальний блиск | |
|----------|-------------------------------|---------|--|--|------------------|-------|
| | а. о. | млн км | | | V | V_0 |
| | | | | | m | |
| Меркурій | 0.39 | 58.34 | 0.549 | 12.3 | -0.60 | — |
| Венера | 0.72 | 107.71 | 0.265 | 63.0 | -4.47 | — |
| Земля | 1.00 | 149.60 | — | — | -3.86 | — |
| Марс | 1.52 | 227.39 | 0.373 | 25.1 | -1.52 | -2.01 |
| Юпітер | 5.20 | 777.91 | 3.945 | 49.9 | -9.40 | -2.70 |
| Сатурн | 9.58 | 1433.15 | 8.032 | 20.7 | -8.88 | +0.67 |
| Уран | 19.20 | 2872.28 | 17.292 | 4.1 | -7.19 | +5.52 |
| Нептун | 30.05 | 4495.42 | 28.814 | 2.4 | -6.87 | +7.84 |

ВИДИМІСТЬ КОМЕТ УПРОДОВЖ 2021 РОКУ

У 2021 р. очікується проходження через перигелій 75 раніше відкритих комет (з них 69 — короткоперіодичні)¹. У табл. 25 подано елементи орбіт цих комет, у табл. 26 - ефемериди найяскравіших з них ($m_1 < 12^m$). У табл. 24 зірочкою (*) відмічено комети, які будуть доступними для візуальних спостережень з аматорськими телескопами в Україні.

У таблицях і в тексті прийнято такі позначення:

r — відстань комети від Сонця, а. о.;

Δ — відстань комети від Землі, а. о.;

H_y — абсолютний блиск (абсолютна зоряна величина) комети, тобто блиск, який мала б комета на відстані 1 а. о. від Сонця та Землі ($r = \Delta = 1$ а. о.). Величина H_y (табл. 24) відповідає середньостатистичному законові зміни інтегрального блиску голови комети пропорційно $1/r^4$;

m_1 — інтегральний блиск голови комети (у зоряних величинах), причому $m_1 = H + 5\lg\Delta + 2.5n \cdot \lg r$, де n — параметр, який характеризує закон зміни блиску залежно від відстані комети до Сонця;

m_2 — інтегральний блиск насколяядерного (центрального) згущення, який зазвичай на $1-4^m$ слабший, ніж блиск голови комети ($m_2 > m_1$);

T — момент за земним часом (TT) проходження кометою перигелію;

q — перигелійна відстань, а. о. ;

e — ексцентриситет;

ω — кутова відстань перигелію від вузла (аргумент перигелію), град.;

Ω — довгота висхідного вузла на екліптиці, град.;

a — велика піввісь орбіти, а. о.;

i — нахил площини орбіти до екліптики, град.;

P — період обертання навколо Сонця, роки;

N — номер чергового повернення комети до перигелію з моменту відкриття;

$\alpha_{J2000.0}$, $\delta_{J2000.0}$ — екваторіальні координати комети (пряме піднесення та схилення відповідно), віднесені до рівнодення $J2000.0$;

¹ Інформацію подано за станом на 1 березня 2020 р.

E — елонгація, тобто видима кутова віддаль комети від Сонця на небосхилі, град.;

$Y(t, A, h)$ — набір величин, які характеризують найсприятливіші умови видимості комет (уважаючи, що величина заглиблення Сонця під горизонт не менша від 10°): t — момент за всесвітнім часом (UT), коли комета має найбільшу висоту h над горизонтом; A — астрономічний азимут (його відлічують від точки півдня за ходом годинникової стрілки). Ці величини розраховано для Головної астрономічної обсерваторії НАН України ($\lambda = +30^\circ 30.5'$, $\varphi = +50^\circ 21.9'$, висота над рівнем моря — 188 м).

Найсприятливіші умови для спостережень комет — у протистоянні (елонгація $E \approx 180^\circ$). Однак такі умови трапляються дуже рідко. Коли елонгація $E \approx 0^\circ$, то комета перебуває у сполученні зі Сонцем і її спостереження неможливі.

Зауваження. У назвах деяких комет трапляються незрозумілі, на перший погляд, аббревіатури. У наведеному нижче списку розкрито їхній зміст.

АТЛАС (англ. ATLAS — Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System) — система раннього попередження про можливе зіткнення з астероїдом, розроблена Гавайським університетом та профінансована НАСА. Складається з двох 0.5-м телескопів, розташованих на відстані 100 миль один від одного, які автоматично сканують кожної ночі все небо кілька разів з метою пошуку рухомих об'єктів.

ВАЙЗ (англ. WISE — Wide-field Infrared Survey Explorer) — ширококутний інфрачервоний космічний телескоп, головним завданням якого є повний огляд неба в чотирьох ІЧ-діапазонах. Детектори телескопа за допомогою рідкого водню охолоджувалися до температури 12 К (-261°C). У вересні 2010 р. рідкий водень скінчився, і телескоп розпочав «теплу» частину своєї місії, що одержала назву **NEOWISE**. Температура детекторів під час цієї частини місії становила близько 70 К (-203°C).

ЛІНЕАР (англ. LINEAR — LIncoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research) — спільний проєкт НАСА, Військово-повітряних сил США та Лабораторії імені Лінкольна Массачусетського технологічного інституту зі спостереження навколоземних астероїдів.

ЛОНЕОС (англ. LONEOS — Lowell Observatory Near-Earth Object Search) — проєкт обсерваторії Ловелла, який був створений для пошуку навколоземних астероїдів і комет.

НЕАТ (англ. NEAT — Near-Earth Asteroid Tracking) — спільна програма НАСА та Лабораторії реактивного руху зі спостереження за навколоземними астероїдами.

ПАНСТАРПС (англ. PANSTARRS — PANoramic Survey Telescope And Rapid Response System) — надсучасна система з чотирьох 1.8-м

дзеркальних телескопів, оснащених великоформатними ПЗЗ-камерами, яка може просканувати впродовж ночі близько 6 тис. кв. град. небесної сфери й отримати зображення об'єктів до 24^m .

СОГО (англ. SOHO — SOlar and Heliospheric Observatory) — космічний апарат для спостереження за Сонцем, розроблений НАСА та Європейським космічним агентством. Перебуває на геліоцентричній орбіті.

Комети, які будуть доступними для візуальних аматорських спостережень в Україні

На початку 2021 р. ще залишатиметься доступною для візуальних аматорських спостережень комета **141P/Мечгольц 2**, яка пройшла перигелій у 2020 р. (див. «Астрономічний календар 2020»). Комету буде видно увечері впродовж січня. А втім яскравість її буде швидко спадає, і вже на початку лютого блиск комети стане слабшим, ніж 12^m .

У травні перигелій пройде відома короткоперіодична комета **7P/Понс — Віннеке**. Комету відкрив Жан Луї Понс (Марсельська обсерваторія, Франція) 12 червня 1819 р. Згодом комета була втрачена, і лише 1852 р. її перевідкрив німецький астроном Ф. Віннеке.

У теперішній появі аматори зможуть спостерігати комету з кінця березня і до липня у другій половині ночі. Найбільшої яскравості (близько 9.7^m) комета досягне наприкінці травня. На початку липня комета значно зміститься на південь і перестане бути доступною для спостережень в Україні.

Комета **4P/Фай** пройде перигелій на початку вересня. Комету відкрив Ерве Фай (Королівська обсерваторія, Париж, Франція) 23 листопада 1843 р.

Аматори зможуть спостерігати комету вже на початку третьої декади серпня у другій половині ночі. Яскравість комети не перевищить 11.5^m . У другій половині грудня яскравість комети зменшиться, і вона перестане бути доступною для візуальних аматорських спостережень.

В останній день жовтня до перигелію підійде відома короткоперіодична комета **67P/Чурюмов — Герасименко**. Комету відкрив К.І. Чурюмов (Київ, Україна) 20 вересня 1969 р. під час перегляду знімків комети 32P/Комас Сола, які отримала С.І. Герасименко в Астрофізичному інституті АН Казахстану (м. Алма-Ата). У 2004 р. для дослідження комети Європейське космічне агентство запустило космічний апарат «Розетта».

Комета буде доступною для аматорських спостережень з кінця серпня і до кінця року впродовж майже усієї ночі. Втім, кращі умови для спостережень будуть у другій половині ночі. Найбільшої яскра-

вості (близько 10^m) комета досягне наприкінці листопада. Сприятливі умови для спостережень комети збережуться і на початку 2022 р.

Крім того, стануть доступними для візуальних аматорських спостережень комети **С/2017 К2 (ПАНСТАРРС)** і **19Р/Бореллі**, які пройдуть перигелій у 2022 р. Першу з них можна спостерігати вже в листопаді. Вона буде видна як увечері, так і перед ранком. Втім, її яскравість не перевищить 11.5^m . Кому 19Р/Бореллі можна бути спостерігати увечері в грудні. Вона буде швидко підніматись над горизонтом, яскравість її підвищиться до 8.3^m наприкінці року. Сприятливими умови для спостережень обох комет будуть й далі, у 2022 р.

Таблиця 24

КОМЕТИ, ЯКІ ПРОХОДЯТЬ ПЕРИГЕЛІЙ У 2021 р.

| Комета | P , роки | N | T | H_y |
|---------------------------------|------------|-----|------------------|-------|
| 98P/Такамізава | 7.43 | 6 | Січень 4.9153 | 9.0 |
| 320P/Мак-Нот | 5.45 | 4 | Січень 17.1510 | 20.5 |
| 323P/СОГО | 4.22 | 4 | Січень 17.7547 | 20.0 |
| C/2019 В3 (ПАНСТАРРС) | — | 1 | Січень 19.9879 | 5.5 |
| 102P/Шумейкер 1 | 7.22 | 6 | Січень 22.4245 | 6.5 |
| 297P/Бешор | 6.39 | 3 | Січень 22.6939 | 15.0 |
| P/2007 В1 (Крістенсен) | 14.1 | 2 | Січень 25.7248 | 13.5 |
| P/2005 ХА54 (LONEOS — Гілл) | 15.2 | 2 | Січень 29.2975 | 14.0 |
| P/2009 U4 (Мак-Нот) | 11.5 | 2 | Лютий 1.1661 | 14.0 |
| P/2010 Н3 (СОГО) | 5.44 | 5 | Лютий 7.8164 | 20.0 |
| 265P/ЛІНЕАР | 8.75 | 3 | Лютий 8.9957 | 14.5 |
| P/2014 U4 (ПАНСТАРРС) | 6.51 | 2 | Лютий 13.5825 | 18.0 |
| P/2013 А2 (Скотті) | 8.00 | 2 | Лютий 15.8651 | 15.5 |
| P/2013 EW90 (Тенагра) | 8.32 | 2 | Лютий 15.9795 | 12.0 |
| 17P/Голмз | 6.89 | 19 | Лютий 20.0379 | 10.0 |
| 246P/HEAT | 8.05 | 3 | Лютий 22.8169 | 10.5 |
| C/2019 Т3 (АТЛАС) | — | 1 | Березень 2.7116 | 6.8 |
| 206P/Барнард — Боаттіні | 5.83 | 23 | Березень 4.4621 | 19.0 |
| 28P/Неуймін 1 | 18.4 | 7 | Березень 11.8849 | 8.5 |
| 191P/Мак-Нот | 6.63 | 3 | Березень 19.5194 | 13.0 |
| P/2016 G1 (ПАНСТАРРС) | 4.15 | 2 | Березень 22.4901 | 14.0 |
| 10P/Темпель 2 | 5.36 | 29 | Березень 24.2784 | 5.0 |
| 16P/Брукс 2 | 6.14 | 20 | Квітень 17.8427 | 7.5 |
| P/2015 J3 (НЕОВАЙЗ) | 6.13 | 2 | Квітень 22.0922 | 16.5 |
| 120P/Мюллер 1 | 8.39 | 5 | Травень 6.2291 | 12.0 |
| 324P/Ла Сагра | 5.45 | 3 | Травень 7.9842 | 13.0 |
| 158P/Коуел — ЛІНЕАР | 11.1 | 3 | Травень 10.9073 | 9.0 |
| C/2016 Q2 (ПАНСТАРРС) | — | 1 | Травень 11.8928 | 6.0 |
| 142P/Ге — Ван | 11.2 | 4 | Травень 12.6076 | 9.0 |
| C/2014 F3 (Шеппард — Трухільйо) | — | 1 | Травень 19.5050 | 6.0 |
| P/2013 O2 (ПАНСТАРРС) | 7.48 | 2 | Травень 22.4492 | 14.0 |
| 201P/ЛОНЕОС | 6.44 | 4 | Травень 25.9413 | 14.0 |
| 7P/Понс — Віннеке* | 6.31 | 28 | Травень 27.1116 | 9.0 |
| P/2016 P1 (ПАНСТАРРС) | 5.71 | 2 | Червень 10.0401 | 15.0 |
| P/2016 ВА14 (ПАНСТАРРС) | 5.25 | 2 | Червень 17.3159 | 21.0 |
| 111P/Гелін — Роман — Крокетт | 8.49 | 5 | Червень 17.3963 | 5.0 |
| P/2014 W12 (Джиббс) | 6.60 | 2 | Червень 19.4062 | 15.0 |
| C/2019 F1 (АТЛАС — Африкано) | — | 1 | Червень 22.8419 | 5.5 |
| 252P/ЛІНЕАР | 5.32 | 5 | Липень 10.9238 | 17.5 |
| 15P/Фінлей | 6.51 | 21 | Липень 13.6346 | 12.0 |
| P/2014 E1 (Ларсон) | 7.15 | 2 | Липень 20.1170 | 14.0 |

| Комета | P , роки | N | T | H_y |
|---------------------------------|------------|----|------------------|-------|
| 241P/ЛІНЕАР | 11.0 | 3 | Липень 25.1326 | 13.5 |
| P/2013 J4 (ПАНСТАРПС) | 3.89 | 3 | Серпень 15.8043 | 14.0 |
| 106P/Шустер | 7.28 | 7 | Серпень 18.4028 | 14.0 |
| 332P/Кейя — Муракамі | 5.42 | 3 | Серпень 18.4811 | 18.0 |
| 193P/ЛІНЕАР — НЕАТ | 6.74 | 4 | Серпень 25.8317 | 14.0 |
| P/2008 WZ96 (ЛІНЕАР) | 6.15 | 3 | Серпень 26.0153 | 13.5 |
| 8P/Таттл | 13.6 | 13 | Серпень 27.7447 | 9.0 |
| 283P/Спейсвотч | 8.42 | 2 | Вересень 8.0165 | 9.0 |
| 108P/Циффрео | 7.23 | 6 | Вересень 9.1760 | 8.0 |
| 4P/Фай* | 7.48 | 25 | Вересень 9.4273 | 8.0 |
| 284P/Мак-Нот | 7.04 | 3 | Вересень 13.4934 | 13.0 |
| 6P/д'Арре | 6.54 | 27 | Вересень 17.7679 | 9.0 |
| P/2005 W3 (Ковальські) | 16.2 | 2 | Вересень 20.3939 | 12.0 |
| P/2008 CL94 (Леммон) | 15.4 | 2 | Вересень 24.5189 | 8.0 |
| P/2004 R3 (LINEAR — NEAT) | 7.51 | 3 | Жовтень 4.2381 | 14.5 |
| 52P/Гарінгтон — Ейбелл | 7.58 | 10 | Жовтень 5.3505 | 13.5 |
| P/2010 A5 (ЛІНЕАР) | 11.5 | 2 | Жовтень 17.3811 | 13.0 |
| 57P/дю Туа — Неуймін — Дельпорт | 6.42 | 14 | Жовтень 17.4393 | 12.5 |
| 110P/Гартлі 3 | 6.86 | 6 | Жовтень 18.3928 | 1.0 |
| 342P/СОГО | 5.31 | 5 | Жовтень 19.3444 | 9.0 |
| 282P/2003 BM80 (LONEOS) | 8.76 | 3 | Жовтень 23.5971 | 13.5 |
| P/2012 TK8 (Тенагра) | 8.57 | 2 | Жовтень 24.7086 | 13.0 |
| P/2015 F1 (ПАНСТАРПС) | 6.61 | 2 | Жовтень 27.3052 | 12.5 |
| 67P/Чурюмов — Герасименко* | 6.44 | 9 | Жовтень 31.5636 | 11.0 |
| P/2012 S2 (Ла Сагра) | 9.33 | 2 | Жовтень 31.9223 | 17.0 |
| P/2005 L1 (Мак-Нот) | 7.92 | 3 | Листопад 2.2828 | 9.5 |
| C/2018 U1 (Леммон) | — | 1 | Листопад 3.0701 | 5.0 |
| 70P/Кодзіма | 7.05 | 8 | Листопад 3.3260 | 11.0 |
| 132P/Гелін — Роман — Алу 2 | 8.23 | 5 | Листопад 13.1028 | 11.0 |
| P/2011 A2 (Скотті) | 5.48 | 3 | Грудень 1.7713 | 16.5 |
| P/2007 R4 (Гаррад) | 14.1 | 2 | Грудень 9.1151 | 14.5 |
| P/2002 T5 (ЛІНЕАР) | 18.6 | 2 | Грудень 16.0430 | 8.0 |
| 221P/ЛІНЕАР | 6.49 | 4 | Грудень 17.8988 | 14.5 |
| 173P/Мюллер 5 | 13.6 | 3 | Грудень 19.0628 | 7.5 |

Таблиця 25

ЕЛЕМЕНТИ КОМЕТНИХ ОРБИТ

| Комета | e | q | ω | Ω | i |
|----------------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 98P/Такамізава | 0.562196 | 1.663343 | 157.9046 | 114.7104 | 10.5613 |
| 320P/Мак-Нот | 0.685684 | 0.972620 | 0.71618 | 295.9289 | 4.9088 |
| 323P/СОГО | 0.984819 | 0.039205 | 353.0445 | 324.3751 | 5.3343 |

| Комета | e | q | ω | Ω | i |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C/2019 В3 (ПАНСТАРРС) | 1.002452 | 6.823630 | 263.9036 | 358.4303 | 66.5388 |
| 102P/Шумейкер 1 | 0.457709 | 2.068989 | 20.5465 | 339.4036 | 25.8712 |
| 297P/Бешор | 0.319390 | 2.343717 | 132.4478 | 97.6610 | 10.3286 |
| P/2007 В1 (Крістенсен) | 0.580787 | 2.438429 | 46.7824 | 77.6663 | 12.3774 |
| P/2005 ХА54 (LONEOS — Гілл) | 0.710187 | 1.753686 | 15.1509 | 143.6772 | 17.1183 |
| P/2009 U4 (Мак-Нот) | 0.675837 | 1.646516 | 259.8561 | 55.3597 | 10.0819 |
| P/2010 Н3 (СОГО) | 0.985380 | 0.044838 | 25.4915 | 77.7538 | 23.4750 |
| 265P/ЛІНЕАР | 0.647923 | 1.497363 | 33.4120 | 342.9968 | 14.3581 |
| P/2014 U4 (ПАНСТАРРС) | 0.465502 | 1.874369 | 347.7561 | 11.9629 | 6.4296 |
| P/2013 А2 Скотті | 0.454322 | 2.189520 | 134.5670 | 355.8200 | 3.3616 |
| P/2013 EW90 (Тенагра) | 0.194992 | 3.313695 | 346.3819 | 160.3035 | 31.7855 |
| 17P/Голмз | 0.428239 | 2.078998 | 24.5547 | 326.6507 | 19.0231 |
| 246P/НЕАТ | 0.286919 | 2.863922 | 176.2999 | 78.7475 | 15.9868 |
| C/2019 Т3(АТЛАС) | 0.998452 | 5.946306 | 112.2803 | 139.5210 | 121.8623 |
| 206P/Барнард — Боаттіні | 0.551474 | 1.564585 | 189.4231 | 202.3956 | 33.6350 |
| 28P/Неуймін 1 | 0.773890 | 1.578263 | 347.4111 | 346.3323 | 14.3117 |
| 191P/Мак-Нот | 0.387175 | 2.232091 | 283.8676 | 98.2426 | 8.8454 |
| P/2016 G1 (ПАНСТАРРС) | 0.210897 | 2.037718 | 111.2980 | 204.0594 | 10.9691 |
| 10P/Темпель 2 | 0.538647 | 1.412479 | 195.5070 | 117.8097 | 12.0397 |
| 16P/Брукс 2 | 0.487706 | 1.875301 | 245.1384 | 138.9375 | 3.0070 |
| P/2015 J3 (НЕОВАЙЗ) | 0.554509 | 1.492190 | 129.4296 | 111.3516 | 8.1308 |
| 120P/Мюллер 1 | 0.375450 | 2.479940 | 36.2497 | 358.7409 | 8.4799 |
| 324P/Ла Сагра | 0.154456 | 2.616483 | 58.1669 | 270.6422 | 21.4239 |
| 158P/Коуел — ЛІНЕАР | 0.035487 | 4.799143 | 172.1595 | 135.5247 | 8.0169 |
| C/2016 Q2 (ПАНСТАРРС) | 1.000682 | 7.081855 | 84.5292 | 322.2957 | 109.3883 |
| 142P/Ге — Ван | 0.497655 | 2.513060 | 173.9514 | 175.9326 | 12.2505 |
| C/2014 F3 (Шеппард — Трухільо) | 0.632117 | 5.689474 | 3.5724 | 326.7445 | 6.5992 |
| P/2013 O2 (ПАНСТАРРС) | 0.446839 | 2.098078 | 214.1225 | 207.1937 | 13.3146 |
| 201P/ЛОНЕОС | 0.638363 | 1.216681 | 40.8258 | 20.3415 | 5.7419 |
| 7P/Понс — Віннеке | 0.638474 | 1.234238 | 172.5956 | 93.3754 | 22.3637 |
| P/2016 P1 (ПАНСТАРРС) | 0.289393 | 2.270435 | 270.0368 | 319.5652 | 24.4535 |
| P/2016 ВА14 (ПАНСТАРРС) | 0.665287 | 1.012194 | 351.9095 | 180.5371 | 18.8977 |
| 111P/Гелін — Роман — Крокетт | 0.105392 | 3.707023 | 1.2438 | 89.7630 | 4.2275 |
| P/2014 W12 (Джиббс) | 0.523931 | 1.674514 | 36.9219 | 299.2884 | 8.5141 |
| C/2019 F1 (АТЛАС — Африкано) | 1.003782 | 3.595549 | 251.1326 | 38.7243 | 54.1747 |
| 252P/ЛІНЕАР | 0.672091 | 0.999811 | 343.3245 | 190.9556 | 10.4123 |
| 15P/Фінлей | 0.716887 | 0.991934 | 347.8424 | 13.7209 | 6.7973 |
| P/2014 E (Ларсон) | 0.423653 | 6.7973 | 185.9917 | 39.0429 | 15.9767 |
| 241P/ЛІНЕАР | 0.610888 | 1.924367 | 111.0627 | 305.4893 | 21.0673 |
| 2013 J4 (ПАНСТАРРС) | 0.230994 | 1.903367 | 118.7706 | 84.0011 | 5.0352 |

| Комета | e | q | ω | Ω | i |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 106P/Шустер | 0.594946 | 1.524029 | 353.5566 | 49.1144 | 19.5983 |
| 332P/Кейя — Мураками | 0.489481 | 1.576285 | 152.3880 | 3.7946 | 9.3817 |
| 193P/ЛІНЕА — НЕАТ | 0.393966 | 2.166555 | 8.2743 | 335.1935 | 10.6870 |
| P/2008 WZ96 (ЛІНЕАР) | 0.472266 | 1.841385 | 341.8166 | 56.6911 | 7.1399 |
| 8P/Таттл | 0.820241 | 1.026008 | 207.4890 | 270.2039 | 54.9112 |
| 283P/Спейсвотч | 0.484821 | 2.132192 | 22.2493 | 161.1292 | 14.4552 |
| 108P/Циффрео | 0.558363 | 1.651947 | 354.1568 | 50.7014 | 11.5022 |
| 4P/Фай | 0.576690 | 1.618895 | 206.9756 | 192.9605 | 8.0130 |
| 284P/Мак-Нот | 0.375810 | 2.293405 | 202.6843 | 144.2831 | 11.8585 |
| 6P/д'Арре | 0.612812 | 1.354609 | 178.1045 | 138.9356 | 19.5123 |
| P/2005 W3 (Ковальські) | 0.543602 | 2.893592 | 200.5090 | 210.1421 | 16.4106 |
| P/2008 CL94 (Леммон) | 0.120051 | 5.418776 | 80.7302 | 33.3457 | 8.3494 |
| P/2004 R3 (LINEAR—NEAT) | 0.260366 | 3.527076 | 39.8420 | 305.5396 | 12.8051 |
| 52P/Гарінгтон —Ейбелл | 0.539652 | 1.777842 | 139.6021 | 336.8379 | 10.2311 |
| P/2010 A5 (ЛІНЕАР) | 0.665213 | 1.702481 | 307.0834 | 277.6650 | 5.7984 |
| 57P/дю Туа— Неуймін — Дельпорт | 0.500665 | 1.721487 | 115.2005 | 188.7813 | 2.8499 |
| 110P/Гартлі 3 | 0.317693 | 2.457042 | 167.4177 | 287.5344 | 11.7075 |
| 342P/СОГО | 0.983302 | 0.050803 | 61.1898 | 40.1717 | 12.5137 |
| 282P/2003 BM80 (LONEOS) | 0.189402 | 3.441642 | 217.4644 | 9.3039 | 5.8094 |
| P/2012 TK8 (Тенагра) | 0.274304 | 2.999755 | 127.6738 | 288.9705 | 6.3405 |
| P/2015 F1 (ПАНСТАРРС) | 0.278270 | 2.543377 | 187.4037 | 40.4071 | 2.8026 |
| 67P/Чурюмов — Герасименко | 0.653298 | 1.196648 | 21.6388 | 37.1125 | 3.9026 |
| P/2012 S2 (Ла Сагра) | 0.691042 | 1.362201 | 312.5197 | 51.1926 | 8.6876 |
| P/2005 L1 (Мак-Нот) | 0.209260 | 3.144161 | 149.6164 | 138.2442 | 7.7383 |
| C/2018 U1 (Леммон) | 1.001402 | 4.992756 | 180.4662 | 75.4807 | 108.2987 |
| 70P/Кодзіма | 0.453306 | 2.009114 | 1.8676 | 119.2681 | 6.5982 |
| 132P/Гелін — Роман Алу 2 | 0.565828 | 1.684405 | 216.4074 | 174.2096 | 5.3794 |
| P/2011 A2 (Скотті) | 0.499394 | 1.554132 | 94.5611 | 54.6727 | 4.4754 |
| P/2007 R4 (Гаррадл) | 0.669709 | 1.952803 | 282.7948 | 87.2153 | 20.2371 |
| P/2002 T5 (ЛІНЕАР) | 0.437527 | 3.937177 | 326.8139 | 123.0911 | 30.8536 |
| 221P/ЛІНЕАР | 0.492810 | 1.754014 | 40.0181 | 229.7303 | 11.4263 |
| 173P/Мюллер 5 | 0.260588 | 4.212527 | 29.5062 | 100.4038 | 16.4968 |

Таблиця 26

ЕФЕМЕРИДИ КОМЕТ

| Дата | $\alpha_{J2000.0}$ | $\delta_{J2000.0}$ | Δ | r | E | m_1 | $Y(t, A, h)$ |
|-----------------|--------------------|--------------------|----------|-------|------|-------|----------------|
| 141P/Мечгольц 2 | | | | | | | |
| I 01 | 22 47 16.6 | -8 30 49 | 0.589 | 0.852 | 59.5 | 8.8 | 15:10, 19, 30 |
| 06 | 23 22 54.7 | -8 06 05 | 0.556 | 0.881 | 62.8 | 9.1 | 15:20, 17, 30 |
| 11 | 0 01 08.6 | -7 31 55 | 0.533 | 0.915 | 66.7 | 9.5 | 15:20, 12, 32 |
| 16 | 0 41 10.0 | -6 45 51 | 0.521 | 0.954 | 71.3 | 10.0 | 15:30, 9, 33 |
| 21 | 1 21 43.2 | -5 47 43 | 0.521 | 0.997 | 76.1 | 10.5 | 15:40, 6, 34 |
| 26 | 2 01 20.7 | -4 39 54 | 0.533 | 1.043 | 80.9 | 11.2 | 15:40, 0, 35 |
| 31 | 2 38 46.0 | -3 26 37 | 0.556 | 1.091 | 85.3 | 11.9 | 15:50, 358, 37 |

Продовження табл. 26

| Дата | $\alpha_{J2000.0}$ | $\delta_{J2000.0}$ | Δ | r | E | m_1 | $Y(t, A, h)$ |
|-------------------|--------------------|--------------------|-----------|-------|-------|-------|---------------------|
| 7P/Понс — Віннеке | | | | | | | |
| III | 27 | 17 35 49.6 | +9 20 22 | 0.861 | 1.439 | 101.2 | 12.0 02:40, 347, 49 |
| IV | 01 | 17 51 01.7 | +9 03 50 | 0.813 | 1.410 | 101.6 | 11.8 02:30, 345, 48 |
| | 06 | 18 06 38.0 | +8 40 28 | 0.768 | 1.382 | 102.0 | 11.5 02:20, 343, 47 |
| | 11 | 18 22 29.7 | +8 08 41 | 0.725 | 1.357 | 102.3 | 11.3 02:10, 341, 47 |
| | 16 | 18 39 08.3 | +7 26 39 | 0.685 | 1.333 | 102.6 | 11.1 02:00, 339, 45 |
| | 21 | 18 56 05.6 | +6 32 26 | 0.648 | 1.311 | 102.9 | 10.8 01:50, 337, 44 |
| | 26 | 19 13 33.6 | +5 24 09 | 0.612 | 1.292 | 103.2 | 10.6 01:40, 334, 43 |
| V | 01 | 19 31 33.5 | +4 00 06 | 0.580 | 1.275 | 103.6 | 10.4 01:20, 329, 40 |
| | 06 | 19 50 04.6 | +2 18 44 | 0.551 | 1.261 | 104.1 | 10.2 01:10, 327, 37 |
| | 11 | 20 09 04.6 | +0 18 49 | 0.524 | 1.250 | 104.7 | 10.1 01:00, 325, 35 |
| | 16 | 20 28 29.9 | -2 00 24 | 0.501 | 1.242 | 105.4 | 9.9 00:50, 324, 32 |
| | 21 | 20 48 15.3 | -4 38 42 | 0.481 | 1.237 | 106.3 | 9.8 00:50, 325, 29 |
| | 26 | 21 08 13.8 | -7 34 38 | 0.466 | 1.234 | 107.3 | 9.7 00:40, 323, 26 |
| VI | 31 | 21 28 15.2 | -10 45 34 | 0.454 | 1.235 | 108.5 | 9.7 00:30, 322, 22 |
| | 05 | 21 48 06.1 | -14 07 54 | 0.446 | 1.239 | 109.8 | 9.7 00:30, 324, 19 |
| | 10 | 22 07 30.7 | -17 37 19 | 0.442 | 1.246 | 111.3 | 9.7 00:20, 323, 14 |
| | 15 | 22 26 13.2 | -21 09 10 | 0.442 | 1.256 | 112.9 | 9.7 00:20, 325, 11 |
| | 20 | 22 43 57.8 | -24 38 51 | 0.447 | 1.269 | 114.6 | 9.8 00:20, 326, 8 |
| | 25 | 23 00 30.2 | -28 02 19 | 0.454 | 1.284 | 116.4 | 9.9 00:20, 328, 5 |
| VII | 30 | 23 15 36.1 | -31 16 42 | 0.465 | 1.303 | 118.2 | 10.1 00:30, 333, 4 |
| | 05 | 23 29 01.9 | -34 20 07 | 0.479 | 1.323 | 120.1 | 10.2 00:30, 335, 1 |
| | 10 | 23 40 36.2 | -37 11 18 | 0.495 | 1.346 | 121.9 | 10.4 00:50, 341, 0 |
| 4P/Фай | | | | | | | |
| VIII | 20 | 4 15 46.2 | +18 55 56 | 1.439 | 1.632 | 81.5 | 12.0 01:50, 303, 47 |
| | 30 | 4 43 13.2 | +18 52 42 | 1.366 | 1.622 | 84.7 | 11.8 02:00, 309, 50 |
| IX | 09 | 5 09 30.9 | +18 25 55 | 1.298 | 1.619 | 88.3 | 11.7 02:20, 321, 53 |
| | 19 | 5 34 04.1 | +17 37 21 | 1.235 | 1.622 | 92.2 | 11.6 02:40, 335, 55 |
| | 29 | 5 56 20.7 | +16 30 11 | 1.177 | 1.631 | 96.6 | 11.5 02:50, 346, 56 |
| X | 09 | 6 15 46.9 | +15 08 33 | 1.123 | 1.647 | 101.7 | 11.5 02:40, 351, 55 |
| | 19 | 6 31 51.2 | +13 37 38 | 1.073 | 1.669 | 107.4 | 11.5 02:00, 344, 53 |
| | 29 | 6 44 08.1 | +12 03 16 | 1.028 | 1.696 | 114.0 | 11.5 01:50, 351, 52 |
| XI | 08 | 6 52 12.7 | +10 31 44 | 0.990 | 1.728 | 121.5 | 11.5 01:10, 348, 50 |
| | 18 | 6 55 52.8 | +9 09 59 | 0.960 | 1.766 | 130.0 | 11.6 00:40, 351, 49 |
| | 28 | 6 55 15.4 | +8 04 39 | 0.941 | 1.807 | 139.2 | 11.7 00:00, 352, 48 |
| XII | 08 | 6 50 51.0 | +7 21 42 | 0.937 | 1.852 | 148.9 | 11.9 23:10, 350, 47 |
| | 18 | 6 43 47.5 | +7 05 00 | 0.952 | 1.901 | 158.0 | 12.1 22:30, 353, 47 |

Закінчення табл. 26

| Дата | $\alpha_{J2000.0}$ | $\delta_{J2000.0}$ | Δ | r | E | m_1 | $Y(t, A, h)$ |
|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------|-------|-------|-------|---------------------|
| 67P/Чурюмов — Герасименко | | | | | | | |
| VIII | 30 | 2 56 32.8 | +12 35 53 | 0.731 | 1.444 | 111.1 | 11.9 01:40, 344, 52 |
| IX | 09 | 3 30 22.0 | +15 23 53 | 0.641 | 1.383 | 112.1 | 11.4 01:40, 345, 55 |
| | 19 | 4 08 13.7 | +18 13 57 | 0.567 | 1.329 | 112.4 | 11.0 01:50, 349, 58 |
| | 29 | 4 50 09.2 | +20 56 07 | 0.510 | 1.283 | 112.1 | 10.6 02:00, 352, 61 |
| X | 09 | 5 35 07.3 | +23 16 00 | 0.468 | 1.248 | 111.3 | 10.3 02:00, 349, 63 |
| | 19 | 6 21 00.0 | +25 00 38 | 0.440 | 1.223 | 110.8 | 10.1 02:10, 350, 65 |
| | 29 | 7 04 56.2 | +26 05 12 | 0.425 | 1.212 | 110.9 | 10.0 02:10, 348, 66 |
| XI | 08 | 7 43 57.4 | +26 36 16 | 0.419 | 1.213 | 112.2 | 9.9 02:00, 342, 66 |
| | 18 | 8 15 57.2 | +26 48 30 | 0.419 | 1.227 | 115.2 | 10.0 02:20, 357, 67 |
| | 28 | 8 39 50.9 | +26 57 22 | 0.424 | 1.254 | 120.0 | 10.1 02:00, 355, 67 |
| XII | 08 | 8 55 07.2 | +27 14 28 | 0.433 | 1.291 | 126.6 | 10.3 01:20, 346, 67 |
| | 18 | 9 01 57.0 | +27 43 25 | 0.447 | 1.339 | 135.1 | 10.5 01:10, 359, 68 |
| | 28 | 9 01 14.0 | +28 19 33 | 0.469 | 1.394 | 145.0 | 10.8 00:10, 347, 68 |
| 19P/Бореллі | | | | | | | |
| XII | 04 | 23 30 21.6 | -36 20 46 | 1.176 | 1.485 | 86.3 | 9.1 17:10, 7, 4 |
| | 09 | 23 37 38.0 | -33 23 02 | 1.175 | 1.459 | 84.5 | 8.9 16:50, 6, 7 |
| | 14 | 23 45 30.7 | -30 17 17 | 1.175 | 1.434 | 82.7 | 8.8 16:40, 7, 10 |
| | 19 | 23 53 55.4 | -27 04 06 | 1.176 | 1.411 | 81.0 | 8.6 16:40, 9, 13 |
| | 24 | 0 02 48.7 | -23 44 08 | 1.178 | 1.390 | 79.5 | 8.4 15:50, 0, 17 |
| | 29 | 0 12 08.3 | -20 18 09 | 1.182 | 1.371 | 78.0 | 8.3 16:10, 8, 20 |
| I | 03 | 0 21 52.6 | -16 47 04 | 1.188 | 1.354 | 76.5 | 8.2 16:20, 13, 23 |
| C/2017 K2 (ПАНСТАРРС) | | | | | | | |
| XI | 11 | 17 19 12.2 | +19 04 58 | 5.434 | 4.846 | 49.3 | 12.0 15:20, 72, 39 |
| | 16 | 17 22 29.6 | +18 20 16 | 5.423 | 4.802 | 47.0 | 12.0 15:20, 75, 36 |
| | 21 | 17 25 55.5 | +17 37 48 | 5.407 | 4.758 | 44.9 | 11.9 15:10, 76, 34 |
| | 26 | 17 29 29.1 | +16 57 36 | 5.389 | 4.714 | 43.0 | 11.9 15:10, 79, 31 |
| XII | 01 | 17 33 09.6 | +16 19 43 | 5.366 | 4.670 | 41.3 | 11.8 15:00, 80, 30 |
| | 06 | 17 36 56.1 | +15 44 10 | 5.339 | 4.626 | 39.9 | 11.8 15:00, 82, 27 |
| | 11 | 17 40 47.6 | +15 11 00 | 5.307 | 4.582 | 38.8 | 11.7 15:00, 85, 24 |
| | 16 | 17 44 43.2 | +14 40 11 | 5.272 | 4.537 | 38.1 | 11.7 15:00, 88, 21 |
| | 21 | 17 48 42.0 | +14 11 43 | 5.231 | 4.493 | 37.7 | 11.6 04:40, 271, 19 |
| | 26 | 17 52 43.2 | +13 45 34 | 5.187 | 4.448 | 37.6 | 11.6 04:50, 276, 23 |
| | 31 | 17 56 45.9 | +13 21 44 | 5.137 | 4.404 | 38.0 | 11.5 04:50, 280, 25 |
| I | 05 | 18 00 49.3 | +13 00 13 | 5.083 | 4.359 | 38.7 | 11.4 04:50, 283, 27 |

МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Метеорний потік — це сукупність спостережуваних щорічно в ті ж самі дні метеорів, видимі шляхи яких немовби виходять з однієї точки на небі. Метеорні потоки виникають тоді, коли Земля під час свого орбітального руху проходить крізь протяжне скупчення метеорної речовини на орбіті довкола Сонця.

Метеорною речовиною (метеороїдами) можуть бути частинки космічного пилу чи більші фрагменти кометних ядер або астероїдів. Кожного разу, коли метеороїд потрапляє в атмосферу Землі, він породжує спалах світла, який називають метеорним явищем (метеором). Висока температура, спричинена взаємодією метеороїда з атмосферою Землі, викликає його світіння. Воно триває, як правило, упродовж дуже короткого проміжку часу. Часто в нічному небі спалахують ще й багато болідів¹.

Оскільки метеороїди до зустрічі з атмосферою Землі рухаються практично паралельними шляхами і з майже однаковими швидкостями, то земному спостерігачеві здається, що вони вилітають ніби з однієї точки на небі. Цю точку називають радіантом. За домовленістю, метеорні потоки називають за назвою того сузір'я, в якому міститься радіант. Якщо метеороїд не розпадеться повністю під час проходження через земну атмосферу й окремі його фрагменти попадуть на поверхню Землі, то він стає відомим як метеорит.

Якщо метеори виникають у будь-який час і без прив'язки до того чи того сузір'я, то їх називають спорадичними. Проте чимало метеорних потоків з'являються щороку в один і той же час. Деякі з найвідоміших метеорних потоків спостерігають уже впродовж сотень і навіть тисяч років. Список найінтенсивніших метеорних потоків наведено в табл. 27.

У табл. 28 подано інформацію про умови їхньої видимості на небі, а також деякі важливі характеристики цих потоків. Для кожного з 15 метеорних потоків наведено горизонтальні координати: зенітну відстань z_R й азимут A_R радіанта для поточних моментів поясного часу T_{II} . Астрономічний азимут A_R відраховують від точки півдня на захід.

¹ Болід — метеор, який має помітний кутовий діаметр, а яскравість його вища, ніж -4^m

Розрахунки виконано для географічної широти $\varphi = 50^\circ$ і довготи $\lambda = 2$ год. У межах України для різних географічних довгот ($\lambda = 2 \pm 0.5$ год) положення радіанта в наведений момент часу практично не зміниться, а для різних широт поправки координат z_R й A_R будуть істотними. Наприклад, для широти $\varphi = 45^\circ$ поправка в зенітну відстань z_R змінюватиметься від $+3^\circ$ до $+5^\circ$, поправка в азимут A_R — від нуля (під час нижньої або верхньої кульмінації) до $\pm 10^\circ$.

У колонці з наведеними величинами азимута A_R характерні положення радіанта уточнюються такими позначеннями: В.К. — верхня кульмінація, Н.К. — нижня кульмінація, С.Р. — схід радіанта, З.Р. — його захід.

Щоб зручніше було шукати радіант на небі в довільний момент часу T_{Π} , перед спостереженнями можна побудувати видимий шлях радіанта за координатами z_R і A_R з табл. 28.

Таблиця 27

ОСНОВНІ МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

| Назва потоку | Період активності | Дата максимуму | Радіант | | ZHR | V, км/с |
|-------------------------------|-------------------|----------------|---------------------------------|--------------------|-------|---------|
| | | | $\alpha_{J2000.0}$ | $\delta_{J2000.0}$ | | |
| Квадрантиди | 28.XII — 12.I | 2—4.I | 15 ^h 24 ^m | +50° | 120 | 42 |
| Віргініди | 13.II — 6.V | 3.III—18.IV | | | 5—10 | |
| Ліриди | 19 — 25.IV | 21.IV | 18 02 | +32 | 18 | 48 |
| η -Аквариди | 19.IV — 28.V | 4—6.V | 22 32 | 0 | 40 | 67 |
| Арієтиди | 22.V — 2.VII | 7.VI | | | 60 | 38 |
| α -Каприкорніди | 3.VII — 20.VIII | 30.VII | 20 28 | 10 | 5 | 24 |
| δ -Аквариди (південні) | 21.VII — 15.VIII | 27.VII | 22 40 | 17 | 16 | 41 |
| δ -Аквариди (північні) | 12.VII — 23.VIII | 30.VII | 22 36 | 0 | 16 | 41 |
| Персеїди | 15.VII — 24.VIII | 9—13.VIII | 3 12 | +58 | 100 | 61 |
| Цигніди | 3— 25.VIII | 20.VIII | 19 20 | +55 | 5 | 26 |
| Драконіди | 6 — 10.X | 9.X | 17 21 | +56 | 10—30 | 23 |
| Південні Тауриди | 10.IX — 1.XII | 30.X—7.XI | 2 08 | +4 | 10 | 28 |
| Оріоніди | 25.VIII — 19.XI | 20—22.X | 6 20 | +16 | 25 | 67 |
| Північні Тауриди | 19.IX — 10.XII | 4—7.XI | 3 52 | +23 | 30 | 30 |
| Леоніди | 5.XI — 3.XII | 17.XI | 10 13 | +22 | 15 | 71 |
| Гемініди | 30.XI — 19.XII | 13—14.XII | 7 28 | +32 | 120 | 35 |
| Урсиди | 17 — 26.XII | 22—23.XII | 14 28 | +75 | 10 | 32 |

Примітки. 1. Величина ZHR — це так зване зенітне годинне число (Zenithal Hourly Rate), тобто середня кількість метеорів, яку певний ідеальний спостерігач побачив би впродовж години, за абсолютно чистого неба, у разі метеорного потоку, радіант якого перебуває в зеніті. Коли підвищена активність триває менше години або умови спостереження були дуже поганими, то використовують ще й величину EZHR, еквівалентну величині ZHR, але менш точну, ніж вона. 2. Літерою V позначено середню швидкість метеороїда під час його входження в атмосферу.

ГОРИЗОНТАЛЬНІ КООРДИНАТИ РАДІАНТІВ МЕТЕОРНИХ ПОТОКІВ

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|----------------------|------------------------|------------------------|--|
| КВАДРАНТИДИ | | | |
| 0 | 71 | 212 | Назва метеорного потоку походить від назви сузір'я Стінного Квадранта (Quadrans Muralis), яку ввів 1795 р. Жозеф Лаланд на честь свого улюбленого астрономічного інструмента. Це сузір'я існувало на зоряних картах у ХІХ ст., на межі теперішніх сузір'їв Дракона, Геркулеса та Волопаса. Тепер радіант, який завжди перебуває над горизонтом, міститься в сузір'ї Волопаса і займає на небі ділянку діаметром приблизно 20°. Це досить інтенсивний потік з нетривалим (упродовж кількох годин) максимумом 2—4 січня. Під час піку активності зазвичай видно близько 40 метеорів за годину. Хоча в різні роки спостерігали й від 45 до 200 метеорів за годину. Тобто Квадрантиди мають потенціал бути найпотужнішим потоком року. Середня щогодинна кількість метеорів, які можна очікувати в темну пору доби, становить приблизно 25. Метеори цього потоку часто утворюють явища яскравих болідів. Через велике північне схилення ці метеори погано видно з Південної півкулі Землі. В основному ж Квадрантиди дають велику кількість слабких метеорів. Метеори жовтогарячого кольору, часто залишають тривалі димно-пилові сліди. Найінтенсивніші зорепади зареєстровано в 1864, 1879, 1897, 1909 (близько 180 метеорів за годину), 1922, 1932, 1943, 1948, 1984 рр. Метеороїдні тіла розмістилися вздовж орбіти, площина якої майже перпендикулярна до площини екліптики. Поблизу земної орбіти товщина метеорного рою невелика, тому Земля перетинає його всього за 5—6 год. Батьківським тілом цього метеорного рою є астероїд 2003 ЕН. Найближча до радіанта зоря — це ϵ Дракона. |
| 1 | 65 | 220 | |
| 2 | 59 | 228 | |
| 3 | 51 | 235 | |
| 4 | 43 | 242 | |
| 5 | 34 | 249 | |
| 6 | 25 | 255 | |
| 7 | 15 | 261 | |
| 8 | 6 | 267 | |
| 8.6 | 0 | 0 В.К. | |
| 9 | 4 | 92 | |
| 11 | 23 | 104 | |
| 13 | 42 | 117 | |
| 15 | 58 | 131 | |
| 17 | 70 | 147 | |
| 18 | 75 | 156 | |
| 19 | 78 | 165 | |
| 20 | 79.8 | 175 | |
| 20.5 | 80.0 | 180 Н.К. | |
| 21 | 79.8 | 185 | |
| 22 | 78 | 194 | |
| 23 | 75 | 204 | |

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|
|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|

ВІРГІНІДИ

Метеорний потік Віргініди виникає в основному наприкінці січня або на початку лютого в сузір'ї Діви (лат. мовою — Virgo). Його головний радіант зсувається в південно-східному напрямку із сузір'я Лева в кінці січня в центр сузір'я Діви (поруч зі Спікою) в середині травня. Його максимальна активність припадає на березень і квітень. Середня частота появи метеорів невелика: усього один-два метеори за годину.

Комплекс Віргінід становить собою набір декількох метеорних потоків.

α -Virginidi. Спостерігається 10 березня — 6 травня; пік активності припадає на 7—18 квітня. У цей період середня кількість спостережуваних метеорів становить 5—10 за годину.

γ -Virginidi. Спостерігається 5—21 квітня; пік активності припадає на 14—15 квітня. Цей потік характеризується як слабкий, упродовж години можна побачити не більше п'яти метеорів.

η -Virginidi. Спостерігається 24 лютого — 27 березня; пік активності припадає на 18 березня. Це також слабкий потік — не більше п'яти метеорів за годину.

θ -Virginidi. Спостерігається 10 березня — 21 квітня; пік активності припадає на 20 березня. Кількість спостережуваних метеорів за годину становить 1—3.

μ -Virginidi. Спостерігається у квітні, а також на початку травня; зазвичай пік активності припадає на 24—25 квітня. Кількість спостережуваних метеорів становить 7—10 за годину. Радіант цієї частини потоку змістився в сузір'я Терезів.

π -Virginidi. Спостерігається 13 лютого — 8 квітня; пік активності припадає на 3—9 березня. Кількість спостережуваних метеорів — 2—5 за годину.

Березневі Віргініди. Спостерігається 14 лютого — 25 квітня; найбільша активність припадає на 20 березня.

Джерелами потоків Віргініди є космічні тіла 2002 FC, 2003 BD44, 1998 SJ70.

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|----------------------|------------------------|------------------------|--|
| ЛІРИДИ | | | |
| 19 | 94 | 204 | Ліриди — метеорний потік з радіантом у сузір'ї Ліри. Це давно відомий потік (уперше був помічений ще китайцями у 687 р. до н. е.). У минулому він був дуже активний. Тепер його активність спала і становить здебільшого 5—10 метеорів за годину, тобто це — метеорний потік середньої інтенсивності, видимий на нічному небі наприкінці квітня. Останні найбільші зорепади зареєстровано у 1803 р. та 1922 р. Тоді годинне число доходило до 2000 метеорів. Тепер його продуктивність у максимумі, який триває майже три доби, не більша, ніж 20 метеорів за годину. Досягає пікових величин 21—22 квітня, але деякі метеори можна спостерігати впродовж 16—28 квітня. Часто метеороїдні тіла утворюють явища болідів. Оскільки радіант потоку лежить на 10° далі на південний захід від високо розташованої найяскравішої зорі в сузір'ї Ліри — Веги, то метеори найкраще видно в Північній півкулі Землі на світанку (потік можна спостерігати й у Південній півкулі, але там метеорів видно набагато менше). Метеори швидкі, жовтуваті, часто залишають сліди. |
| 20 | 90 | 215 С.Р. | |
| 21 | 83 | 226 | |
| 22 | 76 | 237 | |
| 23 | 67 | 247 | |
| 0 | 58 | 257 | |
| 1 | 48 | 267 | |
| 2 | 40 | 278 | |
| 3 | 30 | 295 | |
| 4 | 22 | 318 | |
| 5 | 18.1 | 354 | |
| 5.15 | 18.0 | 0 В.К. | |
| 6 | 20 | 32 | |
| 7 | 27 | 59 | |
| 8 | 36 | 77 | |
| 10 | 56 | 100 | |
| 12 | 74 | 120 | |
| 14 | 88 | 142 | |
| 14.3 | 90 | 146 З.Р. | |
| 15 | 93 | 153 | |

За джерело метеорного потоку вважають велику кількість пилу та дрібних уламків, які залишилися після проходження біля Сонця комети С/1861 Тетчер (Thatcher, 1861 I). Період обертання комети — 415 років. Кожні 29.5 р. Сатурн проходить на відстані приблизно 0.1 а. о. від орбіти рою та збурює найближчу його частину. Унаслідок цього приблизно кожні 30 років відбувається певне підсилення потужності потоку.

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеороного потоку та пояснення |
|----------------------|------------------------|------------------------|--|
| η-АКВАРИДИ | | | |
| 2 | 96 | 263 | Цей метеорний потік був виявлений у 1848 р. Проте стародавні записи (Корея, Китай, Японія) свідчать, що потік спостерігали ще в 401 р. н. е. Його радіант лежить у сузір'ї Водоля (латинською мовою Акваріус) поблизу зорі η — однієї з яскравих зір сузір'я. Метеорний потік має низьку інтенсивність: десь близько 10 метеорів за годину. Оскільки сузір'я Водоля сходить майже вранці, то потік спостерігають у вранішні години. Найкращі умови для спостережень — у Південній півкулі, хоча спостерігачі в Північній півкулі також можуть насолоджуватися цим явищем. Так, кількість метеорів, які можна побачити в Північній і Південній півкулях, варіює від 10 до 85 відповідно. Метеори яскраві та швидкі, після них залишаються довготривалі сліди. |
| 2.6 | 90 | 270 С.Р. | |
| 3 | 86 | 275 | |
| 4 | 77 | 286 | |
| 5 | 68 | 299 | |
| 6 | 60 | 314 | |
| 7 | 54 | 330 | |
| 8 | 50.5 | 350 | |
| 8.6 | 50 | 0 В.К. | |
| 10 | 53 | 28 | |
| 12 | 67 | 59 | |
| 14 | 85 | 84 | |
| 14.6 | 90 | 90 З.Р. | |
| 15 | 94 | 95 | |
| 18 | 120 | 134 | |
| 20.6 | 130 | 180 Н.К. | |
| 0 | 113 | 239 | |

Метеороїдами для потоку η-Аквариди є залишки комети Галлея. Удруге Земля перетинає орбіту рою в жовтні, що спричинює метеорний потік Оріоніди (див. далі).

АРІЕТИДИ

Метеорний потік Арієтиди — один з найбільш інтенсивних метеорних потоків. Під час піку активності потоку (вечір 7 червня) зенітне число метеорів досягає приблизно 60. Їхня швидкість прольоту в атмосфері Землі становить 38 км/с. Назва потоку походить від латинської назви сузір'я Овна, в якому міститься радіант потоку, — Aries. Джерело потоку є предметом дискусій. Велика частина науковців схиляється до того, що ним є астероїд 1566 Ікар — один з тих астероїдів, котрі близько підходять до Землі. Інші вважають за джерело комету 96P/Мачгольц. Річ у тому, що ця комета має хімічний склад, подібний до складу міжзоряного середовища, де вона й могла сформуватися. Існує низка інших припущень.

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|--|------------------------|------------------------|---|
| α-КАПРИКОРНИДИ | | | |
| 19 | 96 | 278 | Це щорічний потік з невеликою кількістю метеорів (приблизно п'ять явищ за годину). Назва потоку походить від слова Каприкорнус — латинської назви сузір'я Козорога. Цей потік вирізняється серед інших через кількість дуже яскравих болідів упродовж періоду його діяльності. Видно потік однаково добре по обидва боки від екватора. Батьківським тілом потоку є комета 169P/NEAT. |
| 19.7 | 90 | 286 С.Р. | |
| 20 | 87 | 289 | |
| 21 | 78 | 301 | |
| 22 | 71 | 315 | |
| 23 | 65 | 329 | |
| 0 | 61 | 344 | |
| 0.9 | 60 | 0 В.К. | |
| 2 | 62 | 18 | |
| 3 | 66 | 34 | |
| 4 | 72 | 48 | |
| 5 | 80 | 61 | |
| 6 | 89 | 73 | |
| 6.1 | 90 | 74 З.Р. | |
| 7 | 98 | 84 | |
| 9 | 117 | 108 | |
| 11 | 133 | 139 | |
| 12.9 | 140 | 180 Н.К. | |
| 15 | 132 | 225 | |
| 17 | 106 | 266 | |
| δ-АКВАРИДИ (ПІВДЕННІ) | | | |
| 21.5 | 96 | 290 | Це — найінтенсивніший потік південного неба. Він має південну та північну частини, через те є два радіанти δ -Акварид (латин. — Акваріус). Метеори потоку досить слабкі, тому за яскравого Місяця видимість їх дуже ускладнена. Умови спостережень радіанта головної (південної) вітки є більш сприятливі на півдні. Максимуму активності потік досягає досить швидко, а спадає його інтенсивність повільно. Батьківським тілом потоку, можливо, є комета 96P/Мачгольца, яку відкрив у 1986 р. Дональд Мачгольц. |
| 22 | 91 | 296 | |
| 22.1 | 90 | 297 С.Р. | |
| 22.5 | 86 | 302 | |
| 23 | 83 | 308 | |
| 0 | 76 | 321 | |
| 1 | 71 | 334 | |
| 2 | 68 | 349 | |
| 2.7 | 67.0 | 0 В.К. | |
| 3 | 67.1 | 4.4 | |
| 4 | 69 | 20 | |
| 5 | 74 | 34 | |
| 6 | 80 | 48 | |
| 7 | 88 | 60 | |
| 7.3 | 90 | 63 З.Р. | |
| 7.5 | 92 | 65 | |

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|------------------------------|------------------------|------------------------|---|
| δ-АКВАРИДИ (ПІВНІЧНІ) | | | |
| 221 | 92 | 267 | Це друга вітка пилового рою комети 96P/ Мачгольд. Унікальною характеристикою рою є дуже мала перигелійна відстань (0.08 а. о.), тому температура його частинок під час наближення до Сонця сягає 1000 К. Ця обставина зумовлює структурні та фізичні властивості метеороїдів. |
| 21.3 | 90 | 270 С.Р. | |
| 22 | 83 | 278 | |
| 23 | 74 | 290 | |
| 0 | 65 | 303 | |
| 1 | 58 | 318 | |
| 2 | 53 | 334 | |
| 3 | 50.2 | 353 | |
| 3.3 | 50 | 0 В.К. | |
| 4 | 51 | 13 | |
| 5 | 54 | 31 | |
| 6 | 60 | 48 | |
| 8 | 77 | 74 | |
| 9.3 | 90 | 90 З.Р. | |
| 10 | 96 | 98 | |

ПЕРСЕЇДИ

| | | | |
|------|-----|----------|---|
| 1 | 47 | 226 | Це регулярно спостережуваний метеорний потік, відомий уже понад 1200 років. А з 1840 р. його спостерігають щорічно. В останні роки кількість метеорів за годину становить лише 50. Радіант (діаметром $10-15^\circ$) не заходить, має декілька активних центрів. Найближча до радіанта зоря — γ Персея. Уважають, що Персеїди — один із найпотужніших метеорних потоків. Упродовж піку активності він дає від 60 до 100 метеорів за годину. Метеори білі та жовті, швидкі, з яскравими слідами. Зазвичай метеори видно не тільки поблизу радіанта, а й на всьому небосхилі. Серед спостерігачів Персеїди є досить популярні, оскільки їх спостерігають улітку, коли часто буває безхмарне небо. Найкращий час для спостереження Персеїд — перед світанком. Ще в 1866 р. Дж. Скіапареллі встановив зв'язок цього метеорного потоку з кометою Свіфта — Туттля (Swift—Tuttle, 1862 III). |
| 2 | 40 | 231 | |
| 3 | 32 | 234 | |
| 4 | 24 | 235 | |
| 5 | 17 | 232 | |
| 6 | 10 | 212 | |
| 6.7 | 8.0 | 180 В.К. | |
| 7 | 8.5 | 161 | |
| 8 | 14 | 132 | |
| 10 | 30 | 125 | |
| 12 | 45 | 132 | |
| 14 | 58 | 144 | |
| 16 | 67 | 158 | |
| 18.7 | 72 | 180 Н.К. | |
| 20 | 71 | 192 | |
| 21 | 68 | 200 | |
| 22 | 64 | 207 | |
| 23 | 59 | 214 | |
| 0 | 53 | 221 | |

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|----------------------|------------------------|------------------------|---|
| ЦИГНІДИ | | | |
| 10 | 74.8 | 174 | Потік належить до так званих малих потоків. Назва потоку походить від латинської назви сузір'я Лебідь — Цигнус. Радіант не заходить. |
| 10.45 | 75.0 | 180 Н.К. | |
| 13 | 70 | 202 | |
| 15 | 61 | 218 | |
| 17 | 47 | 231 | |
| 19 | 31 | 240 | |
| 21 | 14 | 240 | |
| 22 | 6 | 214 | |
| 22.4 | 5 | 180 В.К. | |
| 23 | 7 | 136 | |
| 0 | 15 | 118 | |
| 1 | 23 | 117 | |
| 2 | 32 | 120 | |
| 3 | 40 | 124 | |
| 4 | 48 | 130 | |
| 5 | 55 | 136 | |
| 6 | 61 | 143 | |
| 8 | 70 | 158 | |
| ДРАКОНІДИ | | | |
| 17 | 6.5 | 200 | Назва потоку походить від назви сузір'я Дракона, але потік також відомий як Джакобініди. Метеорний рій утворено кометою 1900 III, яку відкрив Джакобіні. Комета на деякий час була загублена, а потім її знову в листопаді 1913 р. виявив Ціннер. Комета Джакобіні — Ціннера має період обертання навколо Сонця 6.6 р. Метеорний рій молодий і займає на орбіті невелику ділянку поблизу комети. Тому потік спостерігається періодично під час проходження Землі крізь хмару метеорних частинок. Метеори мають червонуватий колір. Невеликі метеорні дощі спостерігали, наприклад, у 1926, 1952, 1985, 1998 рр. А найбільші в минулому столітті зорепаді були 1933 р. та 1946 р. (близько 10000 метеорів за годину). Радіант потоку не заходить, найближча до нього зоря — ζ Дракона. Найкращий час, щоб побачити метеорний дощ, — уранішні та вечірні сутінки. Незважаючи на те, що Драконіди відповідають за деякі з найбільш вражаючих метеорних дощів в історії, цей потік вважають останнім часом (після 2011 р.) одним з найменш цікавих метеорних потоків упродовж року. |
| 17.3 | 6.0 | 180 В.К. | |
| 18 | 9 | 136 | |
| 19 | 17 | 121 | |
| 20 | 25 | 120 | |
| 21 | 33 | 122 | |
| 22 | 41 | 127 | |
| 23 | 49 | 132 | |
| 0 | 55 | 138 | |
| 1 | 61 | 145 | |
| 2 | 66 | 152 | |
| 3 | 70 | 160 | |
| 4 | 73 | 168 | |
| 5 | 73.9 | 177 | |
| 5.3 | 74.0 | 180 Н.К. | |
| 6 | 73.7 | 186 | |
| 7 | 72 | 194 | |
| 9 | 65 | 210 | |
| 11 | 53 | 224 | |
| 13 | 38 | 235 | |
| 15 | 21 | 240 | |

| $T_{\text{п}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеороного потоку та пояснення |
|-------------------------|------------------------|------------------------|---|
| ПІВДЕННІ ТАУРИДИ | | | |
| 17 | 94 | 242 | Упродовж 10 вересня — 1 грудня можна спостерігати в сузір'ї Тельця (латинською мовою Таурус) два потоки метеорів з двох радіантів — Південні та Північні Тауриди. Південні Тауриди — це довготривалий метеорний потік, який з 30 жовтня по 7 листопада досягає ледь помітного максимуму. Метеорний потік може бути активним понад два місяці. Але він рідко продукує понад 5—10 метеорних явищ за годину, навіть за максимальної активності. Проте обидві гілки Таурід багаті яскравими болідами. Метеороїдний рій утворено кометою Енке (2P/Encke). Перигелій її орбіти лежить ближче до Сонця, ніж венеріанський, афелій же — біля Юпітера. |
| 17.5 | 90 | 248 С.Р. | |
| 18 | 86 | 253 | |
| 19 | 76 | 265 | |
| 20 | 66 | 276 | |
| 21 | 56 | 290 | |
| 22 | 48 | 305 | |
| 23 | 41 | 323 | |
| 0 | 37 | 345 | |
| 0.7 | 36.0 | 0 В.К. | |
| 1 | 36.2 | 8 | |
| 2 | 40 | 31 | |
| 3 | 46 | 51 | |
| 4 | 54 | 66 | |
| 5 | 63 | 80 | |
| 6 | 73 | 92 | |
| 7 | 82 | 103 | |
| 7.8 | 90 | 112 З.Р. | |
| 8 | 92 | 114 | |
| 10 | 107 | 139 | |
| 12.65 | 116 | 180 Н.К. | |
| 15 | 109 | 216 | |
| ОРІОНІДИ | | | |
| 22 | 91 | 245 | Оріоніди — це метеорний потік середньої інтенсивності, який створює до 25 метеорів за годину. Він досить тривалий (див. табл. 27). Радіант метеороного потоку розташований на границі між сузір'ями Орiona та Близнят. Оріоніди, як правило, найактивніші щороку в жовтні. Найкращий час для перегляду Оріонід — від півночі до світанку. Цей метеорний потік є другий (після η -Акварид), який утворений уламками та пилом від комети Галлея. На подібність роїв першим звернув увагу Олів'є 1911 р. Земля перетинає в цьому разі дальшу й більш розріджену частину рою як порівняти з η -Акваридами. Метеори яскраві, білі, часто залишають довготривалі сліди. Найближча до радіанта зоря — α Орiona. |
| 22.1 | 90 | 246 С.Р. | |
| 23 | 82 | 256 | |
| 0 | 72 | 268 | |
| 1 | 63 | 279 | |
| 2 | 54 | 292 | |
| 3 | 46 | 307 | |
| 4 | 39 | 326 | |
| 5 | 35.3 | 350 | |
| 5.4 | 35.0 | 0 В.К. | |
| 6 | 35.7 | 15 | |
| 7 | 40 | 38 | |
| 8 | 47 | 56 | |
| 10 | 65 | 84 | |
| 12.6 | 90 | 113 З.Р. | |
| 15 | 108 | 143 | |
| 17.4 | 115 | 180 Н.К. | |
| 19 | 111 | 206 | |

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|-------------------------|------------------------|------------------------|---|
| ПІВНІЧНІ ТАУРИДИ | | | |
| 16 | 92 | 232 | Цей метеорний потік дуже схожий на Південні Тауриди, тільки його активність настає трохи пізніше (див. табл. 28). Коли періоди максимальної активності цих метеорних потоків збігаються (наприкінці жовтня і в листопаді), то іноді спостерігається значне збільшення активності яскравих болідів. Відмічено семирічний період появи таких болідів. Так, були максимуми в 2008 та 2015 рр. Потік має радіант у сузір'ї Тельця (див. Південні Тауриди). Коли метеори рухаються з невеликою кутовою швидкістю, то час від часу з'являються яскраві боліди. Навіть інколи виявляють метеорити. |
| 16.3 | 90 | 236 С.Р. | |
| 17 | 84 | 244 | |
| 18 | 75 | 255 | |
| 19 | 66 | 266 | |
| 20 | 56 | 277 | |
| 21 | 47 | 291 | |
| 22 | 38 | 307 | |
| 23 | 32 | 331 | |
| 0 | 29 | 356 | |
| 0.2 | 29 | 0 В.К. | |
| 1 | 31 | 24 | |
| 2 | 36 | 48 | |
| 3 | 44 | 65 | |
| 4 | 54 | 79 | |
| 5 | 63 | 91 | |
| 6 | 73 | 102 | |
| 7 | 82 | 113 | |
| 8 | 90 | 124 З.Р. | |
| 9 | 98 | 136 | |
| 11 | 107 | 163 | |
| 12.1 | 109 | 180 Н.К. | |
| 14 | 105 | 207 | |
| ЛЕОНІДИ | | | |
| 22 | 93 | 230 | Арабський астроном Табіт спостерігав зорепад у Багдаді в жовтні 935 р. Тверський літопис згадує про метеорний дощ Леонід 1202 р. Відомі зорепади: 1799 р. (понад 10000 метеорів за годину), 1832—1833 рр. (до 100000), 1966 р. (150000), 1998 р. (2000), 1999 р. (близько 1700). У 2002 р. в Києві на двох спостережних станціях телевізійні камери зареєстрували зорепад з кількістю метеорів у максимумі 1600. Це дуже швидкі метеори, серед них багато яскравих метеорів-болідів, які залишають довготривалі сліди. Матеріалом метеороїдів цього потоку є ядро комети Темпеля — Тутля (Tempel — Tuttle, 1866 I), яка здійснює повний оберт навколо Сонця приблизно за 33.25 р. В останні роки під час максимуму діяльності потоку можна було побачити приблизно 20 метеорів за годину. Їх добре видно з обох півкуль. Радіант потоку лежить у сузір'ї Лева. Найближча до нього зоря — γ Лева. |
| 22.4 | 90 | 234 С.Р. | |
| 23 | 85 | 241 | |
| 0 | 76 | 252 | |
| 1 | 67 | 263 | |
| 2 | 57 | 274 | |
| 3 | 48 | 287 | |
| 4 | 39 | 303 | |
| 5 | 32 | 323 | |
| 6 | 28.3 | 350 | |
| 6.4 | 28.0 | 0 В.К. | |
| 7 | 29 | 19 | |
| 8 | 34 | 44 | |
| 10 | 51 | 78 | |
| 12 | 70 | 101 | |
| 14.2 | 90 | 126 З.Р. | |
| 16 | 102 | 147 | |
| 18.3 | 108 | 180 Н.К. | |

| $T_{\text{П}}$, год | z_{R} , град. | A_{R} , град. | Назва метеорного потоку та пояснення |
|----------------------|------------------------|------------------------|---|
| ГЕМІНІДИ | | | |
| 16 | 94 | 205 | Потік уперше спостерігали 1862 р. одночасно в Англії та США. З кінця XIX ст. він постійно перебуває в центрі уваги дослідників. Своєю назвою потік зобов'язаний сузір'ю Близнят (латинська назва — Геміні), в якому міститься радіант. Найближча до радіанта зоря — α Близнят. Це досить потужний метеорний потік. Зазвичай упродовж піку активності можна спостерігати 60—80 метеорів за годину, але інколи випадає спостерігати близько 120 метеорів за годину. Гемініди — потік із великою кількістю дуже яскравих метеорів. Батьківським тілом метеороїдного рою є, імовірно, відкрита 1983 р. мала планета 3200 Фаєтон (1983 ТВ). Велика піввісь орбіти рою становить всього 1.4 а. о., а частинки рою підходять досить близько до Сонця (перигелійна відстань — 0.14 а. о.) Фаєтон здійснює повний оберт навколо Сонця приблизно за 1.4 р. |
| 16.8 | 90 | 215 С.Р. | |
| 17 | 89 | 217 | |
| 18 | 82 | 228 | |
| 19 | 75 | 238 | |
| 20 | 66 | 248 | |
| 21 | 57 | 258 | |
| 22 | 47 | 269 | |
| 23 | 38 | 281 | |
| 0 | 29 | 298 | |
| 1 | 22 | 320 | |
| 2 | 18 | 0 В.К. | |
| 3 | 21 | 35 | |
| 4 | 28 | 61 | |
| 5 | 37 | 78 | |
| 6 | 47 | 90 | |
| 7 | 56 | 101 | |
| 8 | 65 | 111 | |
| 9 | 74 | 121 | |
| 11.2 | 90 | 145 З.Р. | |
| 13 | 97 | 167 | |
| 14 | 98 | 180 Н.К. | |
| УРСИДИ | | | |
| 16 | 47 | 162 | Потік відкрив 22 грудня 1945 р. А. Бечварж в обсерваторії Скалнате Плесо (Словаччина). У ті роки кількість метеорів за годину досягла 170. Тепер же вона становить 10—20, але інколи можна спостерігати й до 100 метеорів за годину — потік вважають за потік середньої інтенсивності. Метеорний потік мало досліджений, тому подальші спостереження матимуть важливе значення. Свою назву потік отримав від назви сузір'я Малої Ведмедиці (латинською мовою — Урса Міно́р). Його радіант увесь час перебуває над горизонтом. Найближча до радіанта зоря — β Малої Ведмедиці. Метеороїдні частинки пов'язані з кометою 8P/Туттля (Tuttle, 1939 X). |
| 17 | 50 | 166 | |
| 18 | 52 | 170 | |
| 19 | 53.3 | 174 | |
| 20 | 53.9 | 178 | |
| 20.4 | 54.0 | 180 Н.К. | |
| 21 | 53.9 | 183 | |
| 22 | 53 | 187 | |
| 23 | 52 | 191 | |
| 0 | 49 | 195 | |
| 1 | 47 | 198 | |
| 2 | 44 | 200 | |
| 3 | 40 | 201.8 | |
| 4 | 36 | 202.0 | |
| 5 | 33 | 200 | |
| 6 | 30 | 197 | |
| 7 | 27 | 191 | |
| 8 | 26.2 | 184 | |
| 8.4 | 26.0 | 180 В.К. | |
| 10 | 28 | 168 | |
| 13 | 37 | 158 | |

ПУЛЬСУЮЧІ ЗМІННІ ЗОРІ

| Зоря | $\alpha_{J2020.5}$ | | $\delta_{J2020.5}$ | | Зоряна величина m | | Мінімум $JD_{2459...}$ | Період, доба |
|-----------------------------------|--------------------|----|--------------------|----|---------------------|---------|------------------------|--------------|
| | год | хв | ° | ' | максимум | мінімум | | |
| ТИПУ RR ЛІРИ | | | | | | | | |
| X Овна | 3 | 10 | 10 | 32 | 8.97 | 9.95 | 215.838 | 0.6511426 |
| RR Ліри* | 19 | 26 | 42 | 50 | 7.06 | 8.12 | 215.766 | 0.56686776 |
| XZ Лебедя* | 19 | 33 | 56 | 26 | 8.90 | 10.16 | 215.506 | 0.46670 |
| RZ Цефея* | 22 | 40 | 64 | 58 | 9.11 | 9.75 | 215.788 | 0.3086853 |
| ТИПУ δ ЩИТА | | | | | | | | |
| IM Тельця | 4 | 12 | 26 | 32 | 5.37 | 5.58 | 215.601 | 0.145067 |
| V474 Однорога* | 6 | 00 | -9 | 23 | 5.93 | 6.36 | 215.567 | 0.136126 |
| VZ Рака | 8 | 42 | 9 | 45 | 7.18 | 7.91 | 215.641 | 0.1783630 |
| v В. Ведмедиці | 9 | 53 | 58 | 56 | 3.68 | 3.86 | 215.623 | 0.1327 |
| δ Щита | 18 | 43 | -9 | 02 | 4.60 | 4.79 | 215.664 | 0.1937697 |
| ТИПУ δ ЦЕФЕЯ | | | | | | | | |
| SU Кассіопеї | 2 | 54 | 68 | 59 | 5.7 | 6.2 | 217.236 | 1.949322 |
| SZ Тельця | 4 | 38 | 18 | 35 | 6.3 | 6.8 | 217.003 | 3.14838 |
| T Однорога | 6 | 26 | 7 | 04 | 5.6 | 6.6 | 215.690 | 27.024649 |
| RT Візничого | 6 | 30 | 30 | 29 | 5.0 | 5.8 | 215.962 | 3.728115 |
| W Близнят | 6 | 36 | 15 | 19 | 6.5 | 7.4 | 224.886 | 7.913779 |
| ζ Близнят | 7 | 05 | 20 | 32 | 3.6 | 4.2 | 218.084 | 10.15073 |
| U Орла | 19 | 31 | -7 | 00 | 6.1 | 6.9 | 218.084 | 7.02393 |
| SU Лебедя | 19 | 46 | 29 | 19 | 6.4 | 7.2 | 218.498 | 3.8455473 |
| SV Лисички | 19 | 52 | 27 | 31 | 6.7 | 7.8 | 246.234 | 44.994772 |
| η Орла | 19 | 54 | 1 | 04 | 3.5 | 4.4 | 222.147 | 7.176735 |
| S Стріли | 19 | 57 | 16 | 42 | 5.2 | 6.0 | 216.647 | 8.382086 |
| T Лисички | 20 | 52 | 28 | 20 | 5.4 | 6.1 | 216.325 | 4.435462 |
| δ Цефея | 22 | 30 | 58 | 32 | 3.5 | 4.4 | 220.474 | 5.366270 |
| КЛАСИЧНІ ПУЛЬСУЮЧІ ЗОРІ (ЦЕФЕЇДИ) | | | | | | | | |
| TU Кассіопеї | 0 | 28 | 51 | 24 | 6.88 | 8.18 | 217.132 | 2.139298 |
| XX Стрільця | 18 | 26 | -16 | 47 | 8.41 | 9.28 | 219.098 | 6.424140 |
| V1154 Лебедя | 19 | 49 | 43 | 11 | 8.95 | 9.37 | 216.541 | 4.925537 |
| AU Пегаса | 21 | 25 | 18 | 22 | 8.98 | 9.47 | 217.374 | 2.4015 |

Примітка. У зір, позначених зірочкою, спостерігається сильно виражений і недостатньо досліджений ефект Блажка, тому особливу увагу слід звернути на спостереження поблизу моментів максимумів блиску.

Закінчення табл. 29

| Зоря | $\alpha_{J2020.5}$ | | $\delta_{J2020.5}$ | | Зоряна величина m | | Мінімум $JD_{2459}...$ | Період, доба |
|------|--------------------|----|--------------------|---|---------------------|---------|---------------------------|--------------|
| | год | хв | ° | ' | максимум | мінімум | | |

ТИПУ ω ДІВИ

| | | | | | | | | |
|-------------|----|----|-----|----|------|-------|---------|-----------|
| RU Жирафа | 7 | 24 | 69 | 38 | 8.10 | 9.79 | — | 19.4—23.5 |
| W Діви | 13 | 27 | -3 | 29 | 9.46 | 10.75 | 230.033 | 17.2736 |
| AL Діви | 14 | 12 | -13 | 25 | 9.10 | 9.92 | 222.074 | 10.30256 |
| TX Дельфіна | 20 | 51 | 3 | 44 | 8.84 | 9.54 | 218.838 | 6.165907 |
| V351 Цефея | 22 | 35 | 57 | 26 | 9.25 | 9.70 | 217.236 | 2.80591 |

(максимум)

ТИПУ β ЦЕФЕЯ

| | | | | | | | | |
|---------------|----|----|----|----|------|------|---------|------------|
| UW Овна | 3 | 09 | 17 | 58 | 6.10 | 6.23 | 215.618 | 0.15275 |
| KP Персея | 3 | 34 | 44 | 56 | 6.37 | 6.51 | 215.669 | 0.2017782 |
| V Ерідана | 4 | 37 | -3 | 19 | 3.92 | 4.06 | 215.628 | 0.17790414 |
| BW Лисички | 20 | 55 | 28 | 36 | 6.52 | 6.76 | 215.522 | 0.20104117 |
| β Цефея | 21 | 29 | 70 | 39 | 3.16 | 3.27 | 215.513 | 0.1904881 |
| DD Ящірки | 21 | 42 | 40 | 20 | 5.16 | 5.28 | 215.562 | 0.1930924 |

| Зоря | $\alpha_{J2020.5}$ | | $\delta_{J2020.5}$ | | Зоряна величина m | | Період, доба | Моменти мінімумів |
|------|--------------------|----|--------------------|---|---------------------|---------|--------------|-------------------|
| | год | хв | ° | ' | максимум | мінімум | | |

ТИПУ RV ТЕЛЬЦЯ

| | | | | | | | | |
|--------------|----|----|----|----|------|------|---------|--|
| U Однорога | 7 | 32 | -9 | 49 | 6.10 | 8.80 | 91.32 | 10 I; 12 IV; 12 VII; 11 X |
| AC Геркулеса | 18 | 31 | 21 | 53 | 6.85 | 9.00 | 75.01 | 5 II; 21 IV; 5 VII; 18 IX; 2 XII |
| R Щита | 18 | 49 | -5 | 41 | 4.20 | 8.60 | 146.501 | 14 I; 9 VI; 3 XI |

ЗАТЕМНЮВАНІ ЗОРІ

| Зоря | $\alpha_{J2020.5}$ | | $\delta_{J2020.5}$ | | Зоряна величина m | | | D , год | d , год | Мінімум, $JD_{2459}...$ | Період, доба |
|--------------------------|--------------------|----|--------------------|----|---------------------|-------|-------|-----------|-----------|-------------------------|--------------|
| | год | хв | ° | ' | M | m_1 | m_2 | | | | |
| ТИПУ АЛГОЛЯ (В ПЕРСЕЯ) | | | | | | | | | | | |
| YZ Кассіопеї | 0 | 47 | 75 | 06 | 5.7 | 6.1 | 5.78 | 16.1 | 4.8 | 217.758 | 4.467224 |
| U Цефея | 1 | 04 | 81 | 59 | 6.8 | 9.2 | 6.9 | 9.6 | 2.3 | 215.681 | 2.4930475 |
| RZ Кассіопеї | 2 | 51 | 69 | 43 | 6.2 | 7.7 | 6.3 | 4.8 | 0.0 | 216.616 | 1.195247 |
| β Персея | 3 | 10 | 41 | 02 | 2.1 | 3.4 | 2.2 | 9.6 | 0.0 | 218.199 | 2.867304 |
| λ Тельця | 4 | 02 | 12 | 33 | 3.4 | 3.9 | 3.6 | 14.2 | 0.0 | 218.303 | 3.9529478 |
| AG Персея | 4 | 08 | 33 | 30 | 6.6 | 7.0 | 7.0 | — | — | 215.633 | 2.0287090 |
| HU Тельця | 4 | 39 | 20 | 44 | 5.8 | 6.7 | 6.2 | 7.7 | 1.0 | 216.534 | 2.0562997 |
| CD Тельця | 5 | 19 | 20 | 09 | 6.8 | 7.3 | — | 6.5 | 0.0 | 217.614 | 3.435137 |
| AR Візничого | 5 | 20 | 33 | 47 | 6.2 | 6.8 | — | 6.9 | 0.0 | 216.238 | 4.134695 |
| | | | | | | | | | | 215.836 | |
| VV Оріона | 5 | 35 | -1 | 09 | 5.3 | 5.7 | 5.5 | — | — | 215.932 | 1.4853784 |
| WW Візничого | 6 | 34 | 32 | 26 | 5.8 | 6.5 | 6.4 | 6.0 | 0.0 | 215.642 | 2.525019 |
| | | | | | | | | | | 217.892 | |
| R Великого Пса | 7 | 20 | -16 | 26 | 5.7 | 6.3 | 5.8 | 4.4 | 0.0 | 215.619 | 1.1359405 |
| TX В. Ведмедиці | 10 | 47 | 45 | 27 | 7.1 | 8.8 | 7.1 | 9.4 | 0.0 | 217.699 | 3.063238 |
| ZZ Волопаса | 13 | 57 | 25 | 49 | 7.0 | 7.8 | 7.4 | — | — | 220.219 | 4.991744 |
| δ Терезів | 15 | 02 | -8 | 36 | 4.9 | 5.9 | 5.0 | 12.8 | 0.0 | 217.269 | 2.3273543 |
| U Змієноця | 17 | 18 | 1 | 11 | 5.8 | 6.6 | 6.5 | 7.0 | 0.0 | 215.612 | 1.677347 |
| u Геркулеса | 17 | 18 | 33 | 05 | 4.7 | 5.4 | 4.9 | — | — | 216.214 | 2.051027 |
| U Стріли | 19 | 20 | 19 | 39 | 6.4 | 9.3 | 6.7 | 11.4 | 1.6 | 215.741 | 3.380619 |
| Y Лебедя | 20 | 53 | 34 | 44 | 7.3 | 7.9 | — | 7.2 | 0.0 | 217.265 | 2.996378 |
| AR Ящірки | 22 | 10 | 45 | 51 | 6.1 | 6.8 | 6.4 | 8.4 | 1.9 | 216.357 | 1.983192 |
| | | | | | | | | | | 216.335 | |
| ТИПУ β ЛІРИ | | | | | | | | | | | |
| ζ Андромеди | 0 | 48 | 24 | 23 | 3.92 | 4.02 | 4.14 | — | — | 220.054 | 17.7695 |
| SX Візничого | 5 | 13 | 42 | 11 | 8.38 | 8.87 | 9.14 | — | — | 216.258 | 1.2100802 |
| LY Візничого | 5 | 31 | 35 | 23 | 6.66 | 7.35 | 7.26 | — | — | 218.025 | 4.0024943 |
| β Ліри | 18 | 51 | 33 | 23 | 3.25 | 3.85 | 4.36 | — | — | 218.853 | 12.913834 |
| V822 Орла | 19 | 32 | -2 | 04 | 6.87 | 7.07 | 7.44 | — | — | 219.361 | 5.2949508 |
| V367 Лебедя | 20 | 49 | 39 | 22 | 6.67 | 7.16 | 7.60 | — | — | 224.590 | 18.59773 |
| DV Водоля | 21 | 00 | -14 | 24 | 5.89 | 6.19 | 6.25 | — | — | 216.716 | 2.0287090 |
| AN Андромеди | 23 | 19 | 41 | 53 | 6.00 | 6.16 | 6.09 | — | — | 218.653 | 3.2195665 |
| ТИПУ W ВЕЛИКОЇ ВЕДМЕДИЦІ | | | | | | | | | | | |
| AA Кита | 2 | 00 | -22 | 49 | 6.20 | 6.70 | 6.70 | — | 0.83 | 215.906 | 0.53619996 |
| W В.Ведмедиці | 9 | 45 | 55 | 51 | 7.75 | 8.48 | 8.43 | 0.28 | 0.22 | 215.667 | 0.33363749 |
| AW В.Ведмедиці | 11 | 31 | 29 | 51 | 6.83 | 7.13 | 7.08 | 0.62 | 1.15 | 215.814 | 0.4387299 |
| ι Волопаса | 14 | 17 | 51 | 16 | 5.80 | 6.40 | 6.29 | — | — | 215.590 | 0.2678159 |
| GR Діви | 14 | 46 | -6 | 49 | 7.80 | 8.25 | 8.21 | — | — | 215.599 | 0.419757 |
| V566 Змієноця | 17 | 58 | 4 | 59 | 7.46 | 7.96 | 7.89 | 0.47 | 0.58 | 215.600 | 0.40964569 |

Примітка. У переважній частині пульсуючих і затемнюваних зір періоди зміни блиску нестабільні, тому під час спостережень слід звернути особливу увагу на точне фіксування моментів оцінок блиску.

ДОВГОПЕРІОДИЧНІ ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ α КИТА (МІРИДИ)
ТА МОМЕНТИ ЇХНІХ МАКСИМУМІВ

| Зоря | $\alpha_{J2021.5}$ | | $\delta_{J2021.5}$ | | Зоряна величина <i>m</i> | | Період, доба | Моменти максимумів |
|----------------|--------------------|----|--------------------|----|-----------------------------|---------|-----------------|-----------------------|
| | год | хв | ° | ' | макси- мум | мінімум | | |
| W Кита | 0 | 03 | -14 | 33 | 7.1 | 14.8 | 351.31 | 1.IV |
| R Андромеди | 0 | 25 | 38 | 42 | 5.8 | 14.9 | 409.3 | 3.VI |
| R Риб | 1 | 32 | 3 | 00 | 7.0 | 14.8 | 344.5 | 23.VI |
| W Андромеди | 2 | 19 | 44 | 24 | 6.7 | 14.6 | 395.93 | 21.X |
| α Кита | 2 | 20 | -2 | 53 | 2.0 | 10.1 | 331.96 | 19.VIII |
| R Трикутника | 2 | 38 | 34 | 21 | 5.4 | 12.6 | 266.9 | 10.IX |
| R Зайця | 5 | 01 | -14 | 47 | 5.5 | 11.7 | 427.07 | — |
| R Візничого | 5 | 19 | 53 | 36 | 6.7 | 13.9 | 457.5 | 11.XII |
| U Оріона | 5 | 57 | 0 | 11 | 4.8 | 13 | 368.3 | 4.II |
| V Однорога | 6 | 24 | -2 | 12 | 6.0 | 13.9 | 340.5 | 27.II |
| R Близнят | 7 | 09 | 22 | 40 | 6.0 | 14 | 369.91 | 27.IV |
| R Рака | 8 | 18 | 11 | 40 | 6.1 | 11.8 | 361.6 | 23.VII |
| R Лева | 9 | 49 | 11 | 20 | 4.4 | 11.3 | 309.95 | 17.V |
| R В. Ведмедиці | 10 | 46 | 68 | 40 | 6.5 | 13.7 | 301.62 | 10.IX |
| T В. Ведмедиці | 12 | 37 | 59 | 22 | 6.6 | 13.5 | 256.6 | 9.I; 22.IX |
| R Діви | 12 | 40 | 6 | 52 | 6.1 | 12.1 | 145.63 | 25.II; 20.VII; 13.XII |
| R Гідри | 13 | 31 | -23 | 24 | 3.5 | 10.9 | 388.97 | 21.XI |
| S Діви | 13 | 34 | -7 | 18 | 6.3 | 13.2 | 375.1 | 27.III |
| R Волопаса | 14 | 38 | 26 | 39 | 6.2 | 13.1 | 223.4 | 17.II; 28.IX |
| R Змії | 15 | 52 | 15 | 04 | 5.2 | 14.4 | 356.41 | 25.VII |
| U Геркулеса | 16 | 27 | 18 | 51 | 6.4 | 13.4 | 406.1 | — |
| R Дракона | 16 | 33 | 66 | 43 | 6.7 | 13.2 | 245.6 | 24.II; 28.X |
| T Геркулеса | 18 | 10 | 31 | 02 | 6.8 | 13.7 | 164.98 | 25. IV; 7.X |
| X Змієносія | 18 | 39 | 8 | 51 | 5.9 | 9.2 | 328.85 | 9.XI |
| R Орла | 19 | 07 | 8 | 16 | 5.5 | 12 | 284.2 | 8.VI |
| R Стрільця | 19 | 18 | -19 | 16 | 6.7 | 12.8 | 269.84 | 18.III; 13.XII |
| R Лебеда | 19 | 37 | 50 | 15 | 6.1 | 14.4 | 426.45 | 2.XI |
| χ Лебеда | 19 | 51 | 32 | 58 | 3.3 | 14.2 | 408.05 | 5.III |
| T Цефея | 21 | 10 | 68 | 35 | 5.2 | 11.3 | 388.14 | 10.IV |
| R Пегаса | 23 | 08 | 10 | 40 | 6.9 | 13.8 | 378.1 | 1.IX |
| R Водоля | 23 | 45 | -15 | 10 | 5.8 | 12.4 | 386.96 | 29.VII |
| R Кассіопеї | 00 | 00 | 51 | 31 | 4.7 | 13.5 | 430.46 | 11.XI |

Таблиця 32

НАПІВПРАВИЛЬНІ ТА НЕПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ

| Зоря | $\alpha_{J2021.5}$ | | $\delta_{J2021.5}$ | | Зоряна величина m | | Цикл, доба |
|--|--------------------|----|--------------------|----|---------------------|---------|------------|
| | год | хв | ° | ' | максимум | мінімум | |
| НАПІВПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ | | | | | | | |
| RX Цефея | 0 | 52 | 82 | 05 | 7.2 | 8.2 | 55 |
| ρ Персея | 3 | 07 | 38 | 55 | 3.3 | 4.0 | 50 |
| α Оріона | 5 | 56 | 7 | 25 | 0.0 | 1.3 | 35 |
| η Близнят | 6 | 16 | 22 | 30 | 3.2 | 3.9 | 232 |
| R Ліри | 18 | 56 | 43 | 58 | 3.88 | 5.0 | 46 |
| μ Цефея | 21 | 44 | 58 | 53 | 3.43 | 5.1 | 30; 4400 |
| СПАЛАХУЮЧІ ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ UV КИТА | | | | | | | |
| UV Кита | 1 | 40 | 17 | 50 | 6.8 | 12.95 | |
| AD Лева | 10 | 21 | 19 | 46 | 8.07 | 11.00 | |
| EV Ящірки | 22 | 48 | 44 | 27 | 8.28 | 11.83 | |
| EQ Пегаса | 23 | 33 | 20 | 03 | 9.8 | 10.5 | |
| ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ R ПІВНІЧНОЇ КОРОНИ | | | | | | | |
| XX Жирафа | 4 | 10 | 53 | 25 | 8.09 | 9.8 | |
| SU Тельця | 5 | 50 | 19 | 05 | 9.1 | 16.86 | |
| R Північної Корони | 15 | 49 | 28 | 06 | 5.71 | 14.8 | |
| ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ U БЛИЗНЯТ | | | | | | | |
| U Близнят | 7 | 56 | 21 | 57 | 8.2 | 14.9 | 103 |
| SS Лебеда | 21 | 44 | 43 | 41 | 7.7 | 12.4 | 50 |
| RU Пегаса | 22 | 15 | 12 | 49 | 9.0 | 13.2 | 68 |
| ЗОРІ ТИПУ Ae/Be ГЕРБІГА | | | | | | | |
| AB Візничого | 4 | 57 | 30 | 35 | 6.9 | 8.4 | |
| SU Візничого | 4 | 57 | 30 | 36 | 9.3 | 11.8 | |
| UX Оріона | 5 | 06 | -3 | 46 | 8.7 | 12.8 | |
| V451 Оріона | 5 | 33 | 11 | 02 | 8.5 | 9.5 | |
| IU Оріона | 5 | 36 | -5 | 41 | 6.6 | 11.1 | |
| T Оріона | 5 | 37 | -5 | 28 | 8.7 | 12.6 | |
| CQ Тельця | 5 | 37 | 24 | 46 | 8.7 | 12.25 | |
| BN Оріона | 5 | 38 | 6 | 51 | 8.8 | 13.9 | |
| V586 Оріона | 5 | 38 | -6 | 09 | 9.65 | 11.2 | |
| BF Оріона | 5 | 38 | -6 | 34 | 9.69 | 13.47 | |
| V351 Оріона | 5 | 45 | 0 | 09 | 8.3 | 11.6 | |
| Z В. Пса | 7 | 04 | -11 | 35 | 8.8 | 11.2 | |
| НЕПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ | | | | | | | |
| KK Персея | 2 | 12 | 56 | 40 | 6.6 | 7.9 | |
| UY Андромеди | 2 | 40 | 39 | 16 | 7.4 | 12.3 | |
| V529 Оріона | 6 | 00 | 20 | 16 | 6.0 | 11.0 | |
| BU Близнят | 6 | 14 | 22 | 54 | 5.7 | 8.1 | |
| BL Оріона | 6 | 27 | 14 | 43 | 5.9 | 7.9 | |
| W В. Пса | 7 | 09 | -11 | 58 | 6.4 | 7.9 | |
| VY В. Ведмедиці | 10 | 46 | 67 | 18 | 5.9 | 7.0 | |
| V449 Лебеда | 19 | 54 | 34 | 00 | 7.4 | 9.1 | |
| ϵ Пегаса | 21 | 45 | 9 | 58 | 0.7 | 3.5 | |

Таблиця 33

**МОМЕНТИ МІНІМУМІВ БЛИСКУ ДЕЯКИХ ЗАТЕМНЮВАНИХ ЗІР,
ЗРУЧНІ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ
(за всесвітнім часом)**

| Дата | Год | Хв | Дата | Год | Хв | Дата | Год | Хв | | | |
|---------------------------|-----|----|------|------|----|------|-----|------|----|----|----|
| β Персея | | | | | | | | | | | |
| I | 15 | 4 | 02 | V | 6 | 23 | 50 | IX | 13 | 0 | 31 |
| | 18 | 0 | 51 | | 9 | 20 | 39 | | 15 | 21 | 20 |
| | 20 | 21 | 40 | | 27 | 1 | 32 | X | 5 | 23 | 03 |
| II | 7 | 2 | 34 | | 29 | 22 | 21 | | 8 | 19 | 52 |
| | 9 | 23 | 23 | VI | 1 | 19 | 10 | | 26 | 0 | 45 |
| | 12 | 20 | 11 | | 19 | 0 | 04 | | 28 | 21 | 34 |
| III | 2 | 1 | 05 | | 21 | 20 | 53 | | 31 | 18 | 23 |
| | 4 | 21 | 54 | VII | 9 | 1 | 46 | XI | 15 | 2 | 28 |
| | 7 | 18 | 43 | | 11 | 22 | 35 | | 17 | 23 | 16 |
| | 22 | 2 | 47 | | 29 | 3 | 29 | | 20 | 20 | 05 |
| | 24 | 23 | 36 | VIII | 1 | 00 | 18 | XII | 8 | 0 | 59 |
| | 27 | 20 | 25 | | 3 | 21 | 07 | | 10 | 21 | 48 |
| IV | 14 | 1 | 19 | | 21 | 2 | 00 | | 3 | 18 | 37 |
| TX Великої Ведмеді | | | | | | | | | | | |
| I | 30 | 18 | 26 | V | 14 | 22 | 02 | VIII | 30 | 3 | 09 |
| II | 2 | 19 | 57 | | 17 | 23 | 33 | IX | 29 | 18 | 20 |
| | 5 | 21 | 28 | | 21 | 1 | 04 | X | 2 | 19 | 51 |
| | 8 | 22 | 59 | | 24 | 2 | 35 | | 5 | 21 | 22 |
| | 12 | 0 | 30 | VI | 23 | 17 | 46 | | 8 | 22 | 53 |
| | 15 | 2 | 01 | | 26 | 19 | 17 | | 12 | 0 | 24 |
| | 18 | 3 | 32 | | 29 | 20 | 48 | | 15 | 1 | 55 |
| | 21 | 5 | 03 | VII | 2 | 22 | 19 | | 18 | 3 | 26 |
| | 24 | 6 | 34 | | 5 | 23 | 50 | XI | 14 | 17 | 06 |
| III | 20 | 18 | 43 | | 9 | 1 | 21 | | 17 | 18 | 37 |
| | 23 | 20 | 14 | | 12 | 2 | 52 | | 20 | 20 | 08 |
| | 26 | 21 | 45 | VIII | 14 | 19 | 34 | | 23 | 21 | 39 |
| | 29 | 23 | 16 | | 17 | 21 | 05 | | 26 | 23 | 10 |
| IV | 2 | 0 | 47 | | 20 | 22 | 36 | | 30 | 0 | 41 |
| | 5 | 2 | 18 | | 24 | 0 | 7 | XII | 3 | 2 | 12 |
| V | 8 | 19 | 00 | | 27 | 1 | 38 | | 6 | 3 | 43 |
| | 11 | 20 | 31 | | | | | | | | |

Продовження табл. 33

| Дата | Год | Хв | Дата | Год | Хв | Дата | Год | Хв | | | |
|--------------------------|-----|----|------|------|----|------|-----|-----|----|----|----|
| AR Візничого | | | | | | | | | | | |
| Первинні мінімуми | | | | | | | | | | | |
| I | 18 | 18 | 38 | IV | 28 | 0 | 13 | IX | 3 | 4 | 26 |
| | 22 | 21 | 52 | V | 2 | 3 | 27 | | 27 | 23 | 49 |
| | 27 | 1 | 06 | | 26 | 22 | 51 | X | 2 | 3 | 03 |
| | 31 | 4 | 20 | | 31 | 2 | 05 | | 26 | 22 | 27 |
| II | 20 | 20 | 30 | VI | 24 | 21 | 28 | | 31 | 1 | 41 |
| | 24 | 23 | 43 | | 29 | 0 | 42 | XI | 24 | 21 | 05 |
| III | 1 | 2 | 57 | VII | 3 | 3 | 56 | | 29 | 0 | 19 |
| | 25 | 22 | 21 | VIII | 1 | 2 | 34 | XII | 3 | 3 | 33 |
| | 30 | 1 | 35 | | 25 | 21 | 58 | | 23 | 19 | 43 |
| | | | | | | | | | 27 | 22 | 57 |
| Вторинні мінімуми | | | | | | | | | | | |
| II | 20 | 20 | 15 | IV | 25 | 22 | 36 | IX | 1 | 2 | 49 |
| | 24 | 23 | 29 | | 30 | 1 | 50 | | 30 | 1 | 27 |
| | 29 | 2 | 43 | V | 24 | 21 | 14 | X | 29 | 0 | 04 |
| II | 22 | 22 | 07 | | 29 | 0 | 28 | XI | 2 | 3 | 18 |
| | 27 | 1 | 21 | VI | 2 | 3 | 42 | | 26 | 22 | 42 |
| III | 23 | 20 | 44 | | 26 | 23 | 06 | XII | 1 | 1 | 56 |
| | 27 | 23 | 58 | VII | 1 | 2 | 19 | | 25 | 21 | 20 |
| IV | 1 | 3 | 12 | | 30 | 0 | 57 | | 30 | 0 | 34 |
| | | | | VIII | 27 | 23 | 35 | | | | |
| U Стріли | | | | | | | | | | | |
| I | 8 | 0 | 03 | V | 2 | 22 | 38 | | 21 | 22 | 18 |
| | 14 | 18 | 20 | | 13 | 2 | 03 | X | 2 | 1 | 43 |
| | 18 | 3 | 28 | | 16 | 11 | 11 | | 8 | 19 | 59 |
| | 24 | 21 | 44 | | 19 | 20 | 19 | | 18 | 23 | 23 |
| II | 4 | 1 | 08 | | 29 | 23 | 43 | | 29 | 2 | 47 |
| | 10 | 19 | 24 | VI | 9 | 3 | 07 | XI | 1 | 11 | 55 |
| | 20 | 22 | 49 | | 15 | 21 | 24 | | 4 | 21 | 04 |
| | 27 | 17 | 05 | | 26 | 0 | 48 | | 15 | 0 | 28 |
| III | 3 | 2 | 13 | VII | 12 | 22 | 28 | | 21 | 18 | 44 |
| | 9 | 20 | 29 | | 23 | 1 | 53 | | 25 | 3 | 52 |
| | 19 | 23 | 53 | | 29 | 20 | 09 | XII | 1 | 22 | 08 |
| IV | 26 | 18 | 09 | VIII | 8 | 23 | 33 | | 12 | 1 | 33 |
| | 5 | 21 | 34 | | 19 | 2 | 57 | | 18 | 19 | 49 |
| | 16 | 0 | 58 | | 25 | 21 | 14 | | 28 | 23 | 13 |
| | 22 | 19 | 14 | IX | 5 | 0 | 38 | | | | |

Закінчення табл. 33

| Дата | Год | Хв | Дата | Год | Хв | Дата | Год | Хв | | | |
|-----------------------|-----|----|------|------|----|------|-----|-----|----|----|----|
| β Ліри | | | | | | | | | | | |
| II | 12 | 2 | 15 | III | 22 | 20 | 03 | XII | 6 | 2 | 41 |
| | 25 | 0 | 11 | VII | 29 | 23 | 22 | | 19 | 0 | 37 |
| III | 9 | 22 | 07 | VIII | 11 | 21 | 18 | | 31 | 22 | 33 |
| R Великого Пса | | | | | | | | | | | |
| I | 1 | 2 | 51 | V | 4 | 22 | 28 | IX | 14 | 20 | 12 |
| | 6 | 19 | 10 | | 6 | 1 | 44 | | 15 | 23 | 27 |
| | 7 | 22 | 26 | | 12 | 21 | 19 | | 17 | 2 | 43 |
| | 9 | 1 | 41 | | 14 | 0 | 34 | | 22 | 19 | 02 |
| | 15 | 21 | 16 | | 20 | 20 | 09 | | 23 | 22 | 18 |
| | 17 | 0 | 32 | | 21 | 23 | 25 | | 25 | 1 | 33 |
| | 18 | 3 | 47 | | 23 | 2 | 40 | X | 1 | 21 | 08 |
| | 23 | 20 | 06 | | 29 | 22 | 15 | | 3 | 0 | 24 |
| | 24 | 23 | 22 | | 31 | 1 | 31 | | 4 | 3 | 39 |
| | 26 | 2 | 38 | VI | 6 | 21 | 05 | | 9 | 19 | 58 |
| II | 1 | 22 | 12 | | 8 | 0 | 21 | | 10 | 23 | 14 |
| | 3 | 1 | 28 | | 9 | 3 | 37 | | 12 | 2 | 30 |
| | 9 | 21 | 03 | | 14 | 19 | 55 | | 18 | 22 | 04 |
| | 11 | 0 | 18 | | 15 | 23 | 11 | | 20 | 1 | 20 |
| | 12 | 3 | 34 | | 17 | 2 | 27 | | 26 | 20 | 54 |
| | 18 | 23 | 09 | | 23 | 22 | 02 | | 28 | 0 | 10 |
| | 20 | 2 | 24 | | 25 | 1 | 17 | XI | 3 | 19 | 45 |
| | 26 | 21 | 59 | VII | 1 | 20 | 52 | | 4 | 23 | 01 |
| | 28 | 1 | 15 | | 3 | 0 | 08 | | 6 | 2 | 16 |
| III | 6 | 20 | 49 | | 9 | 19 | 42 | | 12 | 21 | 51 |
| | 8 | 0 | 05 | | 10 | 22 | 58 | | 14 | 1 | 07 |
| | 14 | 19 | 39 | | 12 | 2 | 14 | | 20 | 20 | 41 |
| | 15 | 22 | 55 | | 18 | 21 | 48 | | 21 | 23 | 57 |
| | 17 | 2 | 11 | | 20 | 1 | 04 | | 23 | 3 | 13 |
| | 23 | 21 | 45 | | 26 | 20 | 38 | | 28 | 19 | 31 |
| | 25 | 1 | 01 | | 27 | 23 | 54 | | 29 | 22 | 47 |
| | 31 | 20 | 36 | VIII | 4 | 22 | 44 | XII | 1 | 2 | 03 |
| IV | 1 | 23 | 51 | | 6 | 2 | 00 | | 6 | 18 | 22 |
| | 3 | 3 | 07 | | 12 | 21 | 35 | | 7 | 21 | 37 |
| | 8 | 19 | 26 | | 14 | 0 | 50 | | 9 | 0 | 53 |
| | 9 | 22 | 42 | | 20 | 20 | 25 | | 15 | 20 | 28 |
| | 11 | 1 | 57 | | 21 | 23 | 41 | | 16 | 23 | 43 |
| | 17 | 21 | 32 | | 23 | 2 | 56 | | 18 | 2 | 59 |
| | 19 | 0 | 48 | | 29 | 22 | 31 | | 24 | 22 | 34 |
| | 25 | 20 | 22 | | 31 | 1 | 47 | | 26 | 1 | 49 |

ПЕРВИННІ *UBV*- ТА *UBVRI*-СТАНДАРТИ

| Номер зорі за каталогом BS | Назва зорі | $\alpha_{J2021.5}$ | | $\delta_{J2021.5}$ | | Спектр | <i>V</i> | <i>U-B</i> | <i>B-V</i> | <i>V-R</i> | <i>V-I</i> | Код |
|----------------------------|----------------|--------------------|--------|--------------------|------|--------|----------|------------|------------|------------|------------|-----|
| | | год | хв | ° | ' | | | | | | | |
| 21 | β Cas | 0 10 | 59 16 | F2 III | 2.27 | 0.12 | 0.34 | 0.31 | 0.51 | 3, v | | |
| 39 | γ Peg | 0 14 | 15 18 | B2 IV | 2.84 | -0.86 | -0.23 | -0.1 | -0.29 | 1 | | |
| 45 | χ Peg | 0 16 | 20 20 | M2 III | 4.8 | 1.93 | 1.57 | 1.34 | 2.47 | 1 | | |
| 63 | θ And | 0 18 | 38 48 | A2 V | 4.61 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 3 | | |
| 130 | κ Cas | 0 34 | 63 03 | B0.7 Ia | 4.16 | -0.8 | 0.14 | 0.14 | 0.2 | 3 | | |
| 321 | μ Cas | 1 10 | 55 02 | G5 Vb | 5.18 | 0.09 | 0.69 | 0.63 | 1.04 | 3 | | |
| 437 | η Psc | 1 33 | 15 27 | G7 IIIa | 3.62 | 0.74 | 0.97 | 0.72 | 1.22 | 3 | | |
| 493 | 107 Psc | 1 44 | 20 23 | K1 V | 5.24 | 0.49 | 0.84 | 0.69 | 1.12 | 1 | | |
| 553 | β Ari | 1 56 | 20 55 | A4 V | 2.65 | 0.1 | 0.13 | 0.14 | 0.22 | 3 | | |
| 617 | α Ari | 2 08 | 23 34 | K2 IIIab | 2.0 | 1.13 | 1.15 | 0.84 | 1.46 | 2 | | |
| 718 | ξ^2 Cet | 2 29 | 8 33 | A0 III | 4.29 | -0.11 | -0.06 | 0.02 | -0.03 | 1 | | |
| 996 | κ Cet | 3 20 | 3 27 | G5 V | 4.84 | 0.19 | 0.68 | 0.57 | 0.93 | v | | |
| 1084 | ϵ Eri | 3 34 | -9 23 | K2 V | 3.73 | 0.58 | 0.88 | 0.72 | 1.19 | 1 | | |
| 1131 | \circ Per | 3 46 | 32 21 | B1 III | 3.83 | -0.75 | 0.05 | 0.12 | 0.12 | 3 | | |
| 1144 | 18 Tau | 3 46 | 24 54 | B8 V | 5.65 | -0.36 | -0.07 | 0.03 | -0.04 | 1 | | |
| 1165 | η Tau | 3 49 | 24 10 | B7 III n | 2.87 | -0.35 | -0.09 | 0.03 | -0.01 | 1 | | |
| 1228 | ξ Per | 4 00 | 35 51 | 07.5 III | 4.04 | -0.93 | 0.02 | 0.16 | 0.15 | 3 | | |
| 1346 | η Tau | 4 21 | 15 41 | G9.5 III | 3.65 | 0.81 | 0.99 | 0.73 | 1.2 | 3 | | |
| 1373 | δ Tau | 4 24 | 15 41 | G9.5 III | 3.76 | 0.82 | 0.99 | 0.73 | 1.2 | 3 | | |
| 1411 | θ^1 Tau | 4 30 | 16 00 | G9 III | 3.83 | 0.72 | 0.95 | 0.71 | 1.18 | 1 | | |
| 1409 | ϵ Tau | 4 30 | 19 14 | G9.5 III | 3.54 | 0.87 | 1.01 | 0.73 | 1.23 | 1 | | |
| 1412 | θ^2 Tau | 4 30 | 15 55 | A7 III | 3.39 | 0.12 | 0.18 | 0.18 | 0.2 | 1 | | |
| 1543 | π^3 Ori | 4 52 | 7 00 | F6 V | 3.19 | -0.01 | 0.46 | 0.42 | 0.68 | 1 | | |
| 1552 | π^4 Ori | 4 52 | 5 38 | B2 III | 3.68 | -0.81 | -0.17 | -0.05 | -0.21 | 3 | | |
| 1641 | π Aur | 5 08 | 41 16 | B3 V | 3.18 | -0.67 | -0.18 | -0.05 | -0.22 | 1 | | |
| 1666 | β Eri | 5 09 | -5 04 | A3 IVa | 2.79 | 0.1 | 0.13 | 0.14 | 0.22 | 3 | | |
| 1791 | β Tau | 5 28 | 28 37 | B7 III | 1.65 | -0.49 | -0.13 | -0.01 | -0.11 | 3 | | |
| 1855 | ν Ori | 5 33 | -7 17 | B0 V | 4.62 | -1.07 | -0.26 | -0.12 | -0.38 | 1 | | |
| 2010 | 134 Tau | 5 51 | 12 39 | B9 IV | 4.91 | -0.16 | -0.07 | 0.02 | -0.06 | | | |
| 2047 | χ^1 Ori | 5 56 | 20 17 | G0 V | 4.41 | 0.08 | 0.59 | 0.51 | 0.82 | 3 | | |
| 2382 | 12 Mon | 6 33 | 4 50 | K0 III | 5.83 | 0.78 | 1.0 | 0.72 | 1.25 | | | |
| 2421 | γ Gem | 6 39 | 16 23 | A1 IVs | 1.92 | 0.05 | 0.0 | 0.06 | 0.05 | 3 | | |
| 2693 | δ CMa | 7 09 | -26 26 | F8 Ia | 1.84 | 0.54 | 0.67 | 0.51 | 0.84 | 3 | | |
| 2763 | λ Gem | 7 19 | 16 30 | A4 IV | 3.58 | 0.09 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 3 | | |
| 2852 | ρ Gem | 7 30 | 31 44 | F0 V | 4.18 | -0.02 | 0.32 | 0.32 | 0.51 | 1 | | |
| 2990 | β Gem | 7 47 | 27 58 | K0 IIIb | 1.14 | 0.86 | 1.0 | 0.75 | 1.25 | 3 | | |
| 3249 | β Cnc | 8 18 | 9 07 | K4 III | 3.53 | 1.77 | 1.48 | 1.12 | 1.9 | 2 | | |
| 3427 | 39 Cnc | 8 41 | 19 56 | K0 III | 6.39 | 0.83 | 0.98 | 0.72 | 1.19 | 1 | | |
| 3454 | η Hya | 8 44 | 3 19 | B4 V | 4.3 | -0.74 | -0.2 | -0.07 | -0.26 | 2 | | |
| 3569 | ι UMa | 9 01 | 47 57 | A7 IVn | 3.14 | 0.07 | 0.19 | 0.22 | 0.29 | 3 | | |
| 3815 | 11 LMi | 9 37 | 35 43 | G8 IV-V | 5.41 | 0.44 | 0.77 | 0.62 | 0.99 | 1 | | |
| 3974 | 21 LMi | 10 09 | 35 08 | A7 V | 4.49 | 0.07 | 0.18 | 0.18 | 0.25 | 1 | | |
| 3982 | α Leo | 10 10 | 11 52 | B7 Vn | 1.35 | -0.36 | -0.11 | -0.02 | -0.12 | 1 | | |
| 4031 | ζ Leo | 10 18 | 23 19 | F0 IIIa | 3.44 | 0.19 | 0.31 | 0.31 | 0.5 | 3 | | |
| 4033 | λ UMa | 10 18 | 42 48 | A1 IV | 3.45 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.07 | 3 | | |

| Номер зорі за каталогом BS | Назва зорі | $\alpha_{J2021.5}$ | | $\delta_{J2021.5}$ | | Спектр | V | $U-B$ | $B-V$ | $V-R$ | $V-I$ | Код |
|----------------------------|----------------|--------------------|----|--------------------|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | | год | хв | ° | ' | | | | | | | |
| 4054 | 40 Leo | 10 21 | | 19 22 | | F6 IV | 4.8 | 0.01 | 0.45 | 0.45 | 0.68 | |
| 4112 | 36 UMa | 10 32 | | 55 52 | | F8 V | 4.84 | -0.01 | 0.52 | 0.48 | 0.76 | |
| 4133 | ρ Leo | 10 34 | | 9 12 | | B1 Iab | 3.85 | -0.95 | -0.14 | -0.05 | -0.21 | 3 |
| 4456 | 90 Leo | 11 36 | | 16 41 | | B3 V | 5.95 | -0.65 | -0.16 | -0.06 | -0.24 | 1 |
| 4534 | β Leo | 11 50 | | 14 27 | | A3 Va | 2.14 | 0.08 | 0.08 | 0.06 | 0.08 | |
| 4554 | γ UMa | 11 55 | | 53 35 | | A0 Vnn | 2.44 | 0.03 | 0.0 | 0.0 | -0.03 | |
| 4623 | α Crv | 12 10 | | -24 51 | | F0 IV-V | 4.02 | -0.02 | 0.32 | 0.3 | 0.48 | 3 |
| 4660 | δ UMa | 12 16 | | 56 55 | | A2 Vnn | 3.31 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 3 |
| 4662 | γ Crv | 12 17 | | -17 40 | | B8p Hg Mn | 2.58 | -0.35 | -0.11 | -0.04 | -0.13 | 1 |
| 4707 | 12 Com | 12 24 | | 25 44 | | G5 III+A5 | 4.81 | 0.27 | 0.49 | 0.47 | 0.8 | 1 |
| 4752 | 17 Com | 12 30 | | 25 48 | | A0p (Si) | 5.29 | -0.1 | -0.06 | 0.02 | -0.06 | 1 |
| 4785 | β CVn | 12 35 | | 41 14 | | G0 V | 4.27 | 0.05 | 0.59 | 0.54 | 0.85 | 3 |
| 4983 | β Com | 13 13 | | 27 46 | | F9.5 V | 4.26 | 0.08 | 0.58 | 0.49 | 0.79 | 1 |
| 5062 | 80 UMa | 13 26 | | 54 53 | | A5 Vn | 4.02 | 0.08 | 0.16 | 0.17 | 0.24 | |
| 5185 | τ Boo | 13 48 | | 17 21 | | F7 V | 4.5 | 0.05 | 0.48 | 0.41 | 0.65 | 3 |
| 5235 | η Boo | 13 56 | | 18 18 | | G0 IV | 2.68 | 0.2 | 0.58 | 0.44 | 0.73 | 3 |
| 5264 | τ Vir | 14 03 | | 1 26 | | A3 IV | 4.26 | 0.13 | 0.1 | 0.15 | 0.21 | 3 |
| 5340 | α Boo | 14 17 | | 19 05 | | K1.5 III | -0.02 | 1.28 | 1.23 | 0.97 | 1.62 | 3 |
| 5359 | λ Vir | 14 20 | | -13 28 | | A5m: | 4.52 | 0.09 | 0.13 | 0.1 | 0.14 | 3 |
| 5447 | σ Boo | 14 36 | | 29 39 | | F2 V | 4.47 | -0.08 | 0.37 | 0.34 | 0.53 | 3 |
| 5511 | 109 Vir | 14 47 | | 1 48 | | A0 IVnn | 3.73 | -0.03 | -0.01 | 0.07 | 0.05 | |
| 5570 | 16 Lib | 14 58 | | -4 26 | | F0 IV | 4.49 | 0.04 | 0.32 | 0.32 | 0.49 | |
| 5634 | 45 Boo | 15 08 | | 24 47 | | F5 V | 4.93 | -0.02 | 0.43 | 0.4 | 0.61 | |
| 5685 | β Lib | 15 18 | | -9 28 | | B8 IIIIn | 2.61 | -0.37 | -0.11 | -0.04 | -0.14 | 2 |
| 5854 | α Ser | 15 45 | | 6 21 | | K2 IIIb | 2.64 | 1.25 | 1.17 | 0.81 | 1.37 | 2 |
| 5868 | λ Ser | 15 47 | | 7 17 | | G0 V | 4.43 | 0.1 | 0.6 | 0.51 | 0.83 | 3 |
| 5933 | γ Ser | 15 57 | | 15 36 | | F6 V | 3.86 | -0.03 | 0.48 | 0.49 | 0.73 | 3 |
| 5947 | ϵ CrB | 15 58 | | 26 49 | | K2 IIIab | 4.15 | 1.28 | 1.23 | 0.89 | 1.51 | 2 |
| 6092 | τ Her | 16 20 | | 46 16 | | B5 IV | 3.9 | -0.57 | -0.15 | -0.09 | -0.26 | 2,v |
| 6175 | ζ Oph | 16 38 | | -10 36 | | O9.5 Vn | 2.56 | -0.85 | 0.02 | 0.1 | 0.06 | v |
| 6603 | β Oph | 17 45 | | 4 34 | | K2 III | 2.77 | 1.24 | 1.17 | 0.82 | 1.39 | 1 |
| 6629 | γ Oph | 17 49 | | 2 42 | | A0 Vnn | 3.75 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 1 |
| 6705 | γ Dra | 17 57 | | 51 29 | | K5 III | 2.22 | 1.88 | 1.52 | 1.14 | 1.99 | 3 |
| 7178 | γ Lyr | 19 00 | | 32 43 | | B9 II | 3.24 | -0.08 | -0.05 | -0.03 | -0.04 | 3 |
| 7235 | ζ Aql | 19 06 | | 13 54 | | A0 Vann | 2.99 | -0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 3 |
| 7377 | δ Aql | 19 27 | | 3 09 | | F2 IV-V | 3.36 | 0.04 | 0.32 | 0.25 | 0.41 | 3 |
| 7446 | κ Aql | 19 38 | | -6 59 | | B0.5 III | 4.96 | -0.87 | 0.0 | 0.06 | 0.02 | 1 |
| 7602 | β Aql | 19 56 | | 6 28 | | G8 IV | 3.72 | 0.49 | 0.86 | 0.66 | 1.15 | 1 |
| 7906 | α Del | 20 41 | | 15 59 | | B9 IV | 3.77 | -0.21 | -0.06 | 0.0 | -0.04 | 1 |
| 7950 | ϵ Aqr | 20 49 | | -9 25 | | A1 III | 3.77 | 0.02 | 0.0 | 0.07 | 0.07 | 3 |
| 8469 | λ Cep | 22 12 | | 59 31 | | O6 If | 5.05 | -0.74 | 0.24 | 0.28 | 0.43 | 3 |
| 8622 | 10 Lac | 22 40 | | 39 10 | | O9 V | 4.88 | -1.05 | -0.2 | 0.09 | -0.3 | 2 |
| 8781 | α Peg | 23 06 | | 15 19 | | A0 III-IV | 2.48 | -0.06 | -0.04 | 0.01 | -0.02 | 3 |

Код: 1 — первинний *UBVRI*-стандарт; 2 — первинний *UBV*-стандарт; 3 — вторинний *UBV*-стандарт; v — змінна зоря.

Таблиця 35

ПОДВІЙНІ ЗОРІ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ІЗ НЕВЕЛИКИМИ ТЕЛЕСКОПАМИ

| Зоря | $\alpha_{J2021.5}$ | $\delta_{J2021.5}$ | Зоряні величини та спектри компонентів | Позиційний кут | Кутова відстань між компонентами |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|---|----------------|----------------------------------|
| | год хв | ° ′ | | ° | ″ |
| η Кассіопеї | 0 50 | 57 56 | 3.4 ^m F9 V — 7.5 ^m M0 V | 321* | 13.18* |
| ψ^1 Риб | 1 07 | 21 35 | 5.3 A1 Vn — 5.5 A0 Vn | 159 | 30.0 |
| γ Овна (Мезартім) | 1 55 | 19 24 | 3.9 A1h — 4.6 B9 V | 0 | 7.5 |
| λ Овна | 1 59 | 23 42 | 4.8 F0 V — 7.4 F7 V | 47 | 38.5 |
| α Риб (Алріша) | 2 03 | 2 52 | 3.8 A0p — 4.7 A3m | 267* | 1.75* |
| γ Андромеди (Аламак) | 2 05 | 42 26 | 2.2 K3 IIb — 4.8 A0 V+B8 V | 64 | 9.8 |
| ι Кассіопеї, Аа-В | 2 31 | 67 30 | 4.6 A3 Vp — 6.7 F5 | 231* | 2.54 * |
| γ Кита (Алькаф) | 2 44 | 3 20 | 3.4 A3 V — 4.4 A2 | 297 | 2.9 |
| η Персея | 2 52 | 55 59 | 3.8 K3 Ib — 8.5 A4 | 301 | 28.33 |
| 32 Еридана | 3 55 | -2 54 | 4.7 G8 III — 6.1 A2 V | 347 | 6.82 |
| 23 Оріона | 5 24 | 3 34 | 5.0 B1 V — 7.2 A3 V | 29 | 31.9 |
| λ Оріона (Мейсса) | 5 36 | 9 57 | 3.4 O8 III — 5.6 B0.5 V | 43 | 4.4 |
| θ^1 Оріона CD | 5 36 | -5 23 | 5.1 O6p — 6.7 B0.5 Vp | 57 | 13.2 |
| θ^1 Оріона СА | 5 36 | -5 23 | 4.4 B0.5 — 6.7 B0.5 V | 310 | 12.5 |
| θ^2 Оріона | 5 36 | -5 24 | 5.1 O9.5 Vp — 6.4 B1 V | 87 | 52.5 |
| ι Оріона | 5 36 | -5 54 | 2.8 O9 III — 6.9 B8 | 141 | 11.4 |
| (Наїр аль-Саїф) | | | | | |
| ζ Оріона (Альнітак) | 5 42 | -1 56 | 1.7 O9.7 Ib — 4.2 B0 III | 165* | 2.24* |
| θ Візничого | 6 01 | 37 13 | 2.6 A0p — 7.2 B1 | 314 | 3.5 |
| ϵ Овна | 6 25 | 4 35 | 4.4 A5 IV — 6.6 F5 V | 27 | 12.7 |
| β Овна АВ | 6 30 | -7 03 | 4.6 B3 V — 5.0 B3ne | 132 | 7.2 |
| β Овна АС | 6 30 | -7 02 | 5.0 B5 — 5.3 B3e | 125 | 9.93 |
| 38 Близнят | 6 56 | 13 09 | 4.7 F0 Vp — 7.7 G6 V | 346 | 5.11* |
| α Близнят (Кастор) | 7 36 | 31 50 | 1.6 A1 V — 2.9 A2 Vm | 65* | 4.68* |
| ι Рака | 8 48 | 28 41 | 4.0 G8 II—III — 6.5 A3 V | 307 | 30.4 |
| α Гідри | 8 48 | 6 20 | 3.4 K1 III — 7.8 dF0 V | 311* | 2.72* |
| 38 Риси | 9 20 | 36 43 | 3.8 A3 V — 6.0 A4 | 229 | 2.7 |
| γ Лева (Алгеба) | 10 21 | 19 44 | 2.0 K1 IIIb — 3.5 G7 III | 127* | 4.65 * |
| 54 Лева | 10 57 | 24 38 | 4.5 A1 V — 6.3 A2 V | 255* | 1.97 * |
| ι Лева | 11 25 | 10 25 | 4.0 F4 IV — 6.6 A3 V | 109* | 1.94 * |
| α Гончих Псів (Серце Карла) | 12 57 | 38 12 | 2.9 A0p — 5.5 F0 V | 228 | 19.3 |
| ζ В. Ведмедиці (Міцар) | 13 25 | 54 49 | 4.5 A8 IV — 6.6 F1 V | 153 | 14.5 |
| κ Волопаса | 14 14 | 51 42 | 2.2 A1 Vp — 3.9 A1m | 236 | 13.4 |
| π Волопаса | 14 42 | 16 20 | 4.9 B9p — 5.8 A6 V | 109 | 5.6 |
| ϵ Волопаса (Мірак) | 14 46 | 26 59 | 2.4 K0 II—III — 5.1 A2 V | 343 | 2.6 |
| 37 ξ Волопаса | 14 52 | 19 01 | 4.7 G8 Ve — 6.9 K4 Ve | 311* | 6.1* |
| δ Змії | 15 36 | 10 28 | 3.8 F0 IV — 4.8 F0 | 176* | 4.21* |

Закінчення табл. 35

| Зоря | $\alpha_{J2021.5}$ | | Зоряні величини та спектри компонентів | Позиційний кут | Кутова відстань між компонентами | | |
|-------------------------------------|--------------------|----|--|----------------|----------------------------------|------|-------|
| | год | хв | | ° | ' | ° | " |
| α Скорпіона (Антарес) | 16 | 31 | -26 | 29 | 1.1 M1.5 Ib — 5.5 B2.5 V | 276* | 2.49* |
| λ Змієноця (Марфік) | 16 | 32 | 1 | 56 | 3.9 A0 V — 6.0 A4 V | 34* | 1.6* |
| μ 21 Дракона (Арракіс) | 17 | 06 | 54 | 27 | 5.6 F7 V — 5.6 F7 V | 19 | 2.2 |
| α Геркулеса (Рас Альгеті) | 17 | 16 | 14 | 22 | 2.7 M5 Ib-II — 5.4 G5 III+F2V | 105* | 4.64* |
| ψ Дракона (Дзібан) | 17 | 42 | 72 | 08 | 4.6 F5 IV-V — 5.7 G0 V | 15 | 30.38 |
| η Геркулеса | 18 | 02 | 21 | 36 | 4.9 A5 IIIIn — 5.1 G8 III | 258 | 6.28 |
| 70 Змієноця | 18 | 07 | 2 | 30 | 4.0 K0 V — 6.0 K0 V | 134* | 5.3* |
| ζ^1 Ліри АВ | 18 | 45 | 39 | 38 | 5.0 A4 V — 6.0 F1 V | 349* | 2.7* |
| ϵ^2 Ліри CD | 18 | 45 | 39 | 39 | 5.2 A8 Vn — 5.4 F0 Vn | 80* | 2.47* |
| θ Дракона | 18 | 52 | 59 | 25 | 4.6 G9 III — 8.2 F4 | 324 | 34.6 |
| θ Змії АВ | 18 | 57 | 4 | 14 | 4.6 A5 V — 5.0 A5 Vn | 104 | 22.3 |
| θ Змії ВС | 18 | 57 | 4 | 14 | 4.5 F6 V — 7.9 A2 | 58 | 26.0 |
| β Лебедя (Альбірео) | 19 | 32 | 28 | 00 | 3.1 K3 II — 5.1 B8 Ve | 150 | 34.5 |
| δ Лебедя | 19 | 46 | 45 | 11 | 2.9 B9.5 IV — 6.3 F1 V | 218* | 2.66* |
| γ Дельфіна | 20 | 48 | 16 | 12 | 4.3 K1 IV — 5.1 F7 V | 185* | 13.8* |
| 61 Лебедя | 21 | 08 | 38 | 50 | 5.2 K5 V — 6.1 K7 V | 152* | 31.2* |
| ξ Цефея (Аль-Кірдах) | 22 | 04 | 64 | 44 | 4.4 A3/6 Vm — 6.4 F3 III/IV | 277* | 8.2* |
| 55 ζ Водоля | 22 | 30 | 0 | 05 | 3.6 F3 V — 3.6 F6 IV | 180* | 2.5* |
| θ Цефея | 23 | 20 | 68 | 14 | 4.9 G8.5 III — 8.0 F6 V | 229* | 2.5* |

Примітка. Кутові відстані та позиційні кути з позначкою «*» обчислено для $J_{2021.5}$ за відомими елементами орбіт зір.

Таблиця 36

ЗОРІ ДО 2.5 ЗОРЯНОЇ ВЕЛИЧИНИ ЗІ СХИЛЕННЯМИ ВІД -30° ДО $+90^\circ$

| Зоря | Зоряна величина m_V | $\alpha_{J2021.5}$ | | $\delta_{J2021.5}$ | | Проме- нева швид- кість км/с | Пара- лакс 0,001'' | Спектр |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|----|--------------------|----|--|--------------------------|------------------|
| | | год | хв | ° | ' | | | |
| α Андромеди (Альфарет) | 2.06 | 0 | 10 | +29 | 13 | -11.8 | 34 | B9 IV |
| β Кассіопеї (Шаф) | 2.28 | 0 | 10 | +59 | 16 | 11.4 | 60 | F2 III |
| α Кассіопеї (Шедар) | 2.25 | 0 | 42 | +56 | 39 | -4.0 | 14 | K0 III |
| β Кита (Діфта) | 2.05 | 0 | 45 | -17 | 52 | 13.2 | 34 | G9.5 III |
| γ Кассіопеї | 1.6-3.0 | 0 | 58 | +60 | 50 | -6.9 | 5 | B0 IV |
| β Андромеди (Мірах) | 2.08 | 1 | 11 | +35 | 44 | 0.3 | 16 | M0 III |
| γ^1 Андромеди (Аломак) | 2.17 | 2 | 05 | +42 | 26 | -11.5 | 9 | K3 II |
| α Овна (Гамаль) | 2.02 | 2 | 08 | +23 | 34 | -14.3 | 50 | K2 III |
| α Кита (Міра) | 2.0-10.1 | 2 | 20 | -2 | 53 | 57.8 | 13 | M7 III |
| α Малої Ведмедиці (Полярна) | 2.00 | 2 | 59 | +89 | 20 | -17.4 | 8 | F7 I-II |
| β Персея (Алголь) | 2.1-3.4 | 3 | 10 | +41 | 02 | 4.0 | 35 | B8 V |
| α Персея (Мірфак) | 1.81 | 3 | 26 | +49 | 56 | -2.3 | 5 | F5 I |
| α Тельця (Альдебаран) | 0.99 | 4 | 37 | +16 | 33 | 54.1 | 50 | K5 III |
| β Оріона (Рігель) | 0.28 | 5 | 16 | -8 | 11 | 20.7 | 4 | B8 I |
| α Візничого (Капелла) | 0.08 | 5 | 18 | +46 | 01 | 30.2 | 77 | G8 III+G1 III |
| γ Оріона (Беллатрікс) | 1.66 | 5 | 26 | +6 | 22 | 18.2 | 13 | B2 III |
| β Тельця (Нат) | 1.68 | 5 | 28 | +28 | 37 | 9.2 | 25 | B7 III |
| δ Оріона (Мінтака) | 2.23 | 5 | 33 | -0 | 17 | 16.0 | 4 | O9.5 II |
| ϵ Оріона (Альнілам) | 1.72 | 5 | 37 | -1 | 11 | 25.9 | 2 | B0 I |
| ζ Оріона (Альнітак) | 1.74 | 5 | 42 | -1 | 56 | 18.6 | 4 | O9.7 I |
| κ Оріона (Саїф) | 2.06 | 5 | 49 | -9 | 40 | 20.5 | 5 | B0.5 I |
| α Оріона (Бетельгейзе) | 0.4-1.3 | 5 | 56 | +7 | 25 | 21.0 | 8 | M1-2 I |
| β Візничого (Менкалінан) | 1.90 | 6 | 01 | +44 | 57 | -18.2 | 40 | A2 IV |
| β Великого Пса (Мурзім) | 1.96 | 6 | 24 | -17 | 58 | 33.7 | 7 | B1 II-III |
| γ Близнят (Альхена) | 2.02 | 6 | 39 | +16 | 23 | -12.7 | 31 | A1 IV |
| α Великого Пса (Сіріус) | -1.44 | 6 | 46 | -16 | 44 | -7.6 | 379 | A1 V |
| ϵ Великого Пса (Адара) | 1.53 | 6 | 59 | -29 | 00 | 27.3 | 8 | B2 II |
| δ Великого Пса (Везен) | 1.84 | 7 | 09 | -26 | 26 | 34.3 | 2 | F8 I |
| η Великого Пса (Алудра) | 2.45 | 7 | 25 | -29 | 21 | 41.1 | - | B5 Ia |
| α Близнят (Кастор) | 1.9-2.8 | 7 | 36 | +31 | 50 | 6.0 | 63 | A1 V |
| α Малою Пса (Проціон) | 0.40 | 7 | 40 | +5 | 10 | -3.2 | 286 | F5 IV-V |
| β Близнят (Поллукс) | 1.22 | 7 | 47 | +27 | 58 | 3.3 | 97 | K0 III |
| α Гідри (Альфард) | 1.99 | 9 | 29 | -8 | 45 | -4.4 | 18 | K3 II-III |
| α Лева (Регул) | 1.41 | 10 | 10 | +11 | 52 | 5.9 | 42 | B7 V |
| β Великої Ведмедиці (Мерак) | 2.35 | 11 | 03 | +56 | 16 | -12.0 | 41 | A1 V |

| Зоря | Зоряна величина m_V | $\alpha_{J2020.5}$ | | $\delta_{J2020.5}$ | | Проме- нева- швид- кість км/с | Пара- лакс 0,001'' | Спектр |
|---|--------------------------|--------------------|----|--------------------|----|---|--------------------------|--------------------|
| | | год | хв | ° | ' | | | |
| α Великої Ведмедиці (Дубхе) | 1.82 | 11 | 05 | +61 | 38 | -8.9 | 26 | K0 III |
| β Лева (Денебола) | 2.13 | 11 | 50 | +14 | 27 | -0.2 | 90 | A3 V |
| γ Великої Ведмедиці (Фекда) | 2.43 | 11 | 55 | +53 | 35 | -12.6 | 39 | A0 V |
| ϵ Великої Ведмедиці (Аліот) | 1.76 | 12 | 55 | +55 | 51 | -9.3 | 40 | A0 |
| ζ Великої Ведмедиці (Міцар) | 2.22 | 13 | 25 | +54 | 49 | -5.6 | 42 | A1 V |
| α Діви (Спіка) | 1.06 | 13 | 26 | -11 | 16 | 1.0 | 12 | B1 III- -IV+B2V |
| η Великої Ведмедиці (Бенетнаш) | 1.86 | 13 | 48 | +49 | 12 | -13.4 | 32 | B3 V |
| α Волопаса (Арктур) | 0.16 | 14 | 17 | +19 | 05 | -5.4 | 89 | K1.5 III |
| β Малої Ведмеци (Кохаб)і | 2.06 | 14 | 51 | +74 | 04 | 17.0 | 26 | K4 III |
| α Північної Корони (Гемма) | 2.22 | 15 | 36 | +26 | 39 | 1.7 | 44 | A0 V+G5V |
| δ Скорпіона (Дшубба) | 2.30 | 16 | 02 | -22 | 41 | -7.0 | 8 | B0.3 IV |
| α Скорпіона (Антарес) | 1.07 | 16 | 31 | -26 | 29 | -3.0 | 5 | M1.5I+ +B2.5 V |
| η Змієносця (Сабік) | 2.43 | 17 | 12 | -15 | 45 | -2.4 | 39 | A2 V |
| α Змієносця (Рас Альхаг) | 2.09 | 17 | 36 | +12 | 33 | 12.6 | 70 | A5 III |
| γ Дракона (Етамін) | 2.23 | 17 | 57 | +51 | 29 | -27.6 | 22 | K5 III |
| α Ліри (Вега) | 0.03 | 18 | 38 | +38 | 48 | -13.9 | 129 | A0 V |
| α Стрільця (Нункі) | 2.07 | 18 | 57 | -26 | 16 | -11.2 | 15 | B2.5 V |
| α Орла (Альгаїр) | 0.93 | 19 | 52 | +8 | 54 | -26.1 | 194 | A7 V |
| γ Лебеда (Садр) | 2.23 | 20 | 23 | +40 | 20 | -7.5 | 2 | F8 I |
| α Лебеда (Денеб) | 1.33 | 20 | 42 | +45 | 21 | -4.5 | 1 | A2 I |
| ϵ Лебеда (Генах) | 2.49 | 20 | 47 | +34 | 03 | -10.6 | 45 | K0 III |
| α Цефея (Альдерамін) | 2.47 | 21 | 19 | +62 | 41 | -11.5 | 67 | A7 V |
| ϵ Пегаса (Еніф) | 0.7-3.5 | 21 | 45 | +9 | 58 | 5.2 | 5 | K2 I-II |
| α Південної Риби (Фомальгаут) | 1.23 | 22 | 59 | -29 | 30 | 6.1 | 130 | A3 V |
| β Пегаса (Шеат) | 2.1-3.0 | 23 | 05 | +28 | 12 | 8.7 | 16 | M2.5 II-III |
| α Пегаса (Маркаб) | 2.49 | 23 | 06 | +15 | 19 | -2.2 | 23 | B9 V |

ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ

Зоряні скупчення: розсіяне скупчення (cum) має неправильну форму та складається із сотень зір; кульове скупчення (glb) має кулясту форму й налічує сотні тисяч зір.

Галактики: галактика (gal) — це велетенська зоряна система, кількість зір у якій може бути сумірна з 10^{13} ; неозброєним оком удається побачити три галактики (у північній півкулі неба — галактику в сузір'ї Андромеди, у південній — Велику й Малу Магелланові Хмари).

Туманності: дифузна туманність (neb) — хмара міжзоряного пилу й газу; планетарна туманність — газова оболонка, у центрі якої є гаряча зоря. У телескоп планетарна туманність має вигляд кільця.

У таблицях 37—40 подано основні відомості про найяскравіші зоряні скупчення, галактики й туманності: назви цих об'єктів згідно з каталогами NGC та М; скорочені стандартні латинські та повні українські назви сузір'їв, в яких містяться об'єкти; екваторіальні координати — пряме піднесення α та схилення δ на епоху $J2000.0$; кутові розміри; блиск і відстань до об'єктів.

Каталог М (Catalogue des nebuleuses et amas d'etoiles — Каталог туманностей і зоряних скупчень) — список 103 об'єктів, надрукований 1781 р. Ш. Мессьє. Каталог NGC (A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars — Новий загальний каталог туманностей і зоряних скупчень) — каталог 7840 об'єктів, складений Й. Дрейером і опублікований 1888 р. Нове видання каталогу (1953 р.) разом з ІС I та ІС II (Index Catalogues I, II — два додаткові каталоги до основного каталогу Дрейєра NGC, видані відповідно 1895 р. і 1908 р.) містить 13 673 об'єкти.

Кількість сузір'їв, їхні сучасні назви і межі були встановлені 1922 р. на I з'їзді Міжнародного астрономічного союзу. За межі сузір'їв прийнято прямі лінії вздовж небесних паралелей та кіл схилень координатної сітки на епоху 1875 р.

Щоб визначити екваторіальні координати на будь-яку іншу епоху T рівнодення, потрібно обчислити поправки $\Delta\alpha$ та $\Delta\delta$ за прецесію за допомогою наближених формул, які враховують зміну прямого піднесення та схилення небесного об'єкта протягом одного року: $\Delta\alpha = 3.07^s + 1.34^s \sin\alpha \operatorname{tg}\delta$, $\Delta\delta = 20.0'' \cos\alpha$.

Обчислені поправки, помножені на різницю епох ($T-2000.0$), яку беремо в роках і частках року, потрібно додати з їхнім знаком до відповідних координат на епоху $J2000.0$.

Наведені кутові розміри об'єктів відповідають спостереженням у невеликий телескоп. На фотографіях з тривалими експозиціями їхні розміри будуть в декілька разів більші. Для порівняння: видимий кутовий діаметр Місяця на середній відстані від Землі становить $31' 05''$.

Блиск об'єктів подано у візуальних зоряних величинах m_V , яскравіші об'єкти мають менші числові значення m_V . Для порівняння — блиск Полярної зорі $m_V = 2.02$.

Відстані виражено в парсеках (пк), кілопарсеках (кпк), мегапарсеках (Мпк). Один парсек — це відстань, на якій середній радіус земної орбіти видно під кутом $1''$: $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а. о.} = 3.262 \text{ світлового року} = 30.857 \cdot 10^{12} \text{ км}$.

Розсіяні зоряні скупчення найкраще спостерігати в потужний бінокль або невеликий телескоп, а яскраві зорі в зоряних скупченнях Плеяди, Гіади, Ясла можна бачити і неозброєним оком.

Таблиця 37

РОЗСІЯНІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

| Назва за NGC та M | Сузір'я | $\alpha_{J2000.0}$ | | $\delta_{J2000.0}$ | | Кутовий діаметр | Блиск m_V | Відстань пк |
|-------------------|-----------------|--------------------|------|--------------------|-----|-----------------|-------------|----------------|
| | | h | m | $^\circ$ | $'$ | | | |
| NGC 581 M 103 | Cas Кассіопея | 1 | 33.2 | +60 | 42 | 6 | 4.4 | 2600 |
| NGC 869 h | Per Персей | 2 | 19.0 | +57 | 09 | 30 | 4.3 | 2200 |
| NGC 884 χ | Per Персей | 2 | 22.4 | +57 | 07 | 30 | 4.4 | 2300 |
| NGC 1039 M 34 | Per Персей | 2 | 42.0 | +42 | 47 | 35 | 5.7 | 440 |
| Плеяди M 45 | Tau Телець | 3 | 47.0 | +24 | 07 | 110 | 1.2 | 125 |
| Гіади | Tau Телець | 4 | 18.1 | +15 | 35 | 1200 | 0.8 | 40 |
| NGC 1960 M 36 | Aur Візничий | 5 | 36.1 | +34 | 08 | 12 | 6.0 | 1270 |
| NGC 2099 M 37 | Aur Візничий | 5 | 52.4 | +32 | 33 | 24 | 5.6 | 1350 |
| NGC 2168 M 35 | Gem Близнята | 6 | 08.9 | +24 | 20 | 28 | 5.1 | 870 |
| NGC 2287 M 41 | CMa Великий Пес | 6 | 47.0 | -20 | 44 | 38 | 4.5 | 700 |
| NGC 2632 M 44 | Spn Рак | 8 | 40.1 | +19 | 59 | 95 | 3.1 | 160 |
| NGC 2682 M 67 | Spn Рак | 8 | 50.4 | +11 | 49 | 30 | 6.5 | 800 |
| Coma Com | Волосся Вер. | 12 | 23.8 | +26 | 16 | 30 | 2.7 | 80 |
| NGC 6405 M 6 | Scn Скорпіон | 17 | 40.1 | -32 | 13 | 15 | 4.2 | 600 |
| NGC 6416 | Scn Скорпіон | 17 | 40.2 | -32 | 18 | 20 | 7.0 | 600 |
| NGC 6475 M 7 | Scn Скорпіон | 17 | 53.9 | -34 | 49 | 80 | 3.3 | 240 |
| NGC 6494 M 23 | Sgr Стрілець | 17 | 56.8 | -19 | 01 | 27 | 5.5 | 660 |
| NGC 6531 M 21 | Sgr Стрілець | 18 | 04.6 | -22 | 30 | 13 | 5.9 | 1300 |
| NGC 6603 M 24 | Sgr Стрілець | 18 | 18.4 | -18 | 25 | 5 | 11.1 | 2880 |
| NGC 6611 M 16 | Sgr Стрілець | 18 | 18.8 | -13 | 47 | 7 | 6.0 | 2500 |
| NGC 6705 M 11 | Scn Шит | 18 | 51.1 | -06 | 16 | 14 | 5.8 | 1720 |
| NGC 7092 M 39 | Cyg Лебідь | 21 | 32.2 | +48 | 26 | 32 | 4.6 | 270 |

Кульові зоряні скупчення можна спостерігати за допомогою невеликого телескопа як туманні плями, а в телескоп з апертурою більшою від 20 см можна розгледіти вже окремі зорі цих об'єктів.

Для спостережень галактик потрібний телескоп з апертурою не меншою від 20 см, але навіть за такого вхідного отвору можна побачити тільки форму галактики, за винятком галактики М 31. Найефективніше в аматорські телескопи спостерігати світлі й темні туманності. До перших належать М 42, М 20 і М 57, проте спостерігати їх потрібно тільки при рівнозіничному збільшенні, як і галактики.

Таблиця 38

КУЛЬОВІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

| Назва за NGC та М | Сузір'я | $\alpha_{J2000.0}$ | | $\delta_{J2000.0}$ | | Кутовий діаметр | Блиск m_V | Відстань кпк |
|----------------------|----------------|--------------------|----------|--------------------|----|--------------------|----------------|-----------------|
| | | <i>h</i> | <i>m</i> | ° | ' | | | |
| NGC 5271 М 3 | CVn Гончі Пси | 13 | 42.2 | +28 | 23 | 16.2 | 6.35 | 9.9 |
| NGC 5904 М 5 | Ser Змія | 15 | 18.6 | +2 | 05 | 17.4 | 5.70 | 7.6 |
| NGC 6093 М 80 | Scor Скорпіон | 16 | 17.0 | -22 | 59 | 8.9 | 7.20 | 8.3 |
| NGC 6121 М 4 | Scor Скорпіон | 16 | 23.6 | -26 | 32 | 26.3 | 5.93 | 2.1 |
| NGC 6205 М 13 | Her Геркулес | 16 | 41.7 | +36 | 28 | 16.6 | 5.86 | 7.2 |
| NGC 6218 М 12 | Orh Змієносець | 16 | 47.2 | -1 | 57 | 14.5 | 6.60 | 5.5 |
| NGC 6254 М 10 | Orh Змієносець | 16 | 57.1 | -4 | 06 | 15.1 | 6.57 | 4.4 |
| NGC 6266 М 62 | Orh Змієносець | 17 | 01.2 | -30 | 07 | 14.1 | 6.60 | 6.0 |
| NGC 6273 М 19 | Orh Змієносець | 17 | 02.6 | -26 | 16 | 13.5 | 7.15 | 10.6 |
| NGC 6341 М 92 | Her Геркулес | 17 | 17.1 | +43 | 08 | 11.2 | 6.52 | 7.8 |
| NGC 6626 М 28 | Sgr Стрілець | 18 | 24.5 | -24 | 52 | 11.2 | 6.90 | 6.1 |
| NGC 6656 М 22 | Sgr Стрілець | 18 | 36.4 | -23 | 54 | 24.0 | 5.10 | 3.1 |
| NGC 6723 | Sgr Стрілець | 18 | 59.6 | -36 | 38 | 11.0 | 7.32 | 8.7 |
| NGC 6809 М 55 | Sgr Стрілець | 19 | 40.0 | -30 | 58 | 19.0 | 6.95 | 5.2 |
| NGC 7078 М 15 | Peg Пегас | 21 | 30.0 | +12 | 10 | 12.3 | 6.35 | 9.4 |
| NGC 7089 М 2 | Aqr Водолій | 21 | 33.5 | -0 | 49 | 12.9 | 6.50 | 11.3 |

Таблиця 39

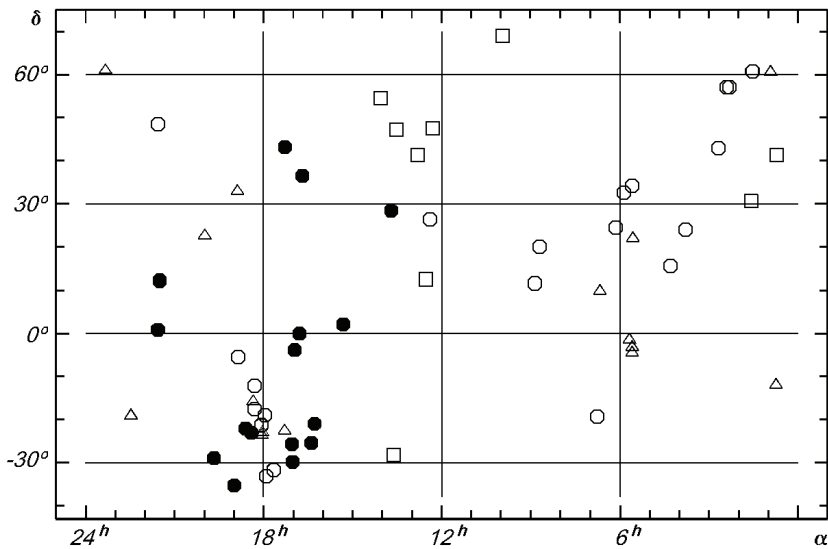
ГАЛАКТИКИ

| Назва за NGC та M | Сузір'я | $\alpha_{J2000.0}$ | | $\delta_{J2000.0}$ | | Кутові розміри | Блиск m_V | | Відстань |
|----------------------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|----|-------------------|----------------|-----|----------|
| | | <i>h</i> | <i>m</i> | ° | ' | ' | <i>m_V</i> | Мпк | |
| NGC 224 M 31 | And Андромеда | 0 | 42.7 | +41 | 16 | 200×30 | 4.38 | | 0.7 |
| NGC 598 M 33 | Tri Трикутник | 1 | 33.9 | +30 | 39 | 83×53 | 6.26 | | 0.7 |
| NGC 3031 M 81 | UMa В. Ведмедиця | 9 | 55.6 | +69 | 04 | 35×14 | 7.86 | | 3.2 |
| | M106 CVn Гончі Пси | 12 | 17.7 | +47 | 27 | 24×6 | 8.6 | | |
| NGC 4486 M 87 | Vir Діва | 12 | 31.0 | +12 | 23 | 9×6 | 10.1 | | 13.8 |
| NGC 4736 M 94 | CVn Гончі Пси | 12 | 48.6 | +41 | 23 | 15×13 | 8.9 | | 10.0 |
| NGC 5194 M 51 | CVn Гончі Пси | 13 | 29.9 | +47 | 12 | 14×10 | 8.98 | | 7.0 |
| NGC 5236 M 83 | Hya Гідра | 13 | 37.0 | -29 | 52 | 11×9 | 8.2 | | 3.8 |
| NGC 5457 M 101 | UMa В. Ведмедиця | 14 | 02.3 | +54 | 28 | 28×28 | 8.2 | | 7.0 |

Таблиця 40

ТУМАННОСТІ

| Назва за NGC та M | Сузір'я | $\alpha_{J2000.0}$ | | $\delta_{J2000.0}$ | | Кутові розміри (діаметр) | Блиск m_V | | Від- стань |
|----------------------|---------------------|--------------------|----------|--------------------|----|--------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| | | <i>h</i> | <i>m</i> | ° | ' | ' | тум. | центр. зорі | кпк |
| NGC 246 | Cet Кит | 0 | 45.0 | -12 | 01 | (4.0) | 8.5 | 11.3 | 0.5 |
| Cas | Cas Кассіопея | 0 | 55.2 | +60 | 35 | 18×12 | 2.2 | | 0.2 |
| NGC 1973 M 1 | Tau Телець | 5 | 34.5 | +22 | 01 | 6×4 | 16.0 | | |
| NGC 1976 M 42 | Ori Оріон | 5 | 35.4 | -05 | 27 | 66×40 | 2.9 | | 0.3 |
| NGC 1977 | Ori Оріон | 5 | 35.5 | -04 | 52 | 29×10 | 4.6 | | 0.4 |
| NGC 2024 | Ori Оріон | 5 | 40.7 | -02 | 27 | 30×30 | 2.05 | | |
| NGC 2264 SMon | Mon Одноріг | 6 | 40.9 | +09 | 54 | 60×60 | 4.66 | | 1.0 |
| | B 72 Ori Змієносець | 17 | 17.2 | -23 | 27 | (20) | | | |
| NGC 6514 M 20 | Sgr Стрілець | 18 | 02.6 | -23 | 02 | 29×27 | 7.63 | | 0.67 |
| NGC 6523 M 8 | Sgr Стрілець | 18 | 03.8 | -24 | 23 | 90×40 | 6.8 | | 0.77 |
| NGC 6618 M 17 | Sgr Стрілець | 18 | 20.8 | -16 | 11 | 46×37 | 6.3 | | 1.0 |
| NGC 6720 M 57 | Lyn Ліра | 18 | 52.5 | +33 | 00 | 1.5×1 | 9.3 | 14.7 | 0.7 |
| NGC 6853 M 27 | Vul Лисичка | 19 | 58.5 | +22 | 38 | 8×4 | 7.6 | 13.4 | 0.3 |
| NGC 7293 | Aqr Водолій | 22 | 28.4 | -20 | 58 | 15×12 | 6.5 | 13.3 | 0.2 |
| NGC 7635 | Cas Кассіопея | 23 | 19.6 | +61 | 02 | (3) | 8.5 | 8.5 | 0.5 |



Видимі положення на небесній сфері розсіяних зоряних скупчень (світлі кружки), кульових зоряних скупчень (чорні кружки), галактик (квадратики) і туманностей (трикутники). Екваторіальна система координат.

ЗАТЕМНЕННЯ

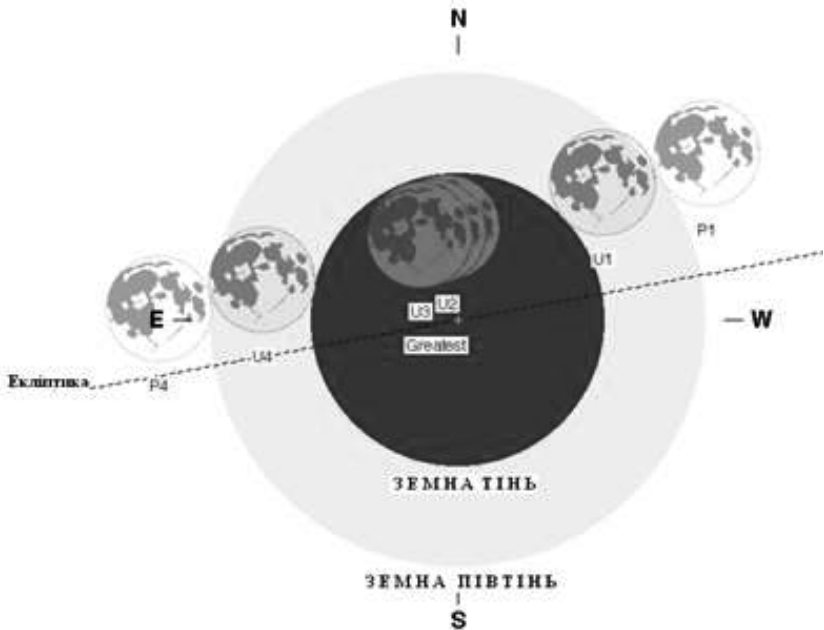
У 2021 р. відбудеться чотири затемнення — два місячних (повне та часткове) і два сонячних (кільцеподібне та повне). Докладнішу інформацію про ці явища наведено нижче.

ПОВНЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 26 ТРАВНЯ 2021 р.

Затемнення можна спостерігати в східній частині Азії, в Австралії, Тихому океані, Південній і Північній Америці. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 26 травня об 11 год 13 хв 50.1 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення — об 11 год 18 хв 40.3 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 4 год 14 хв 03.6 с, схилення $+21^{\circ} 12' 25.4''$, видимий радіус $15' 47.3''$, горизонтальний паралакс $8.7''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 16 год 14 хв 37.8 с, $-20^{\circ} 44' 14.9''$, $16' 42.9''$, $61' 20.5''$. Кутовий радіус земної тіні — $46.3'$, півтіні — $77.9'$. Тривалість півтіньового затемнення — 5 год 02 хв 02 с, тіньового — 3 год 07 хв 25 с. Місяць перебуватиме в сузір'ї Скорпіона і пройде через північну зону земної тіні. Моменти явищ і видимість повного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 26 ТРАВНЯ 2021 р.

| Явище | Усесвітній час (UT) | | |
|------------------------------------|---------------------|----|----|
| | год | хв | с |
| Входження Місяця у півтінь (P1) | 8 | 47 | 39 |
| Початок часткового затемнення (U1) | 9 | 44 | 57 |
| Початок повного затемнення (U2) | 11 | 11 | 25 |
| Максимальна фаза затемнення | 11 | 18 | 40 |
| Кінець повного затемнення (U3) | 11 | 25 | 55 |
| Кінець часткового затемнення (U4) | 12 | 52 | 22 |
| Вихід Місяця з півтіні (P4) | 13 | 49 | 41 |



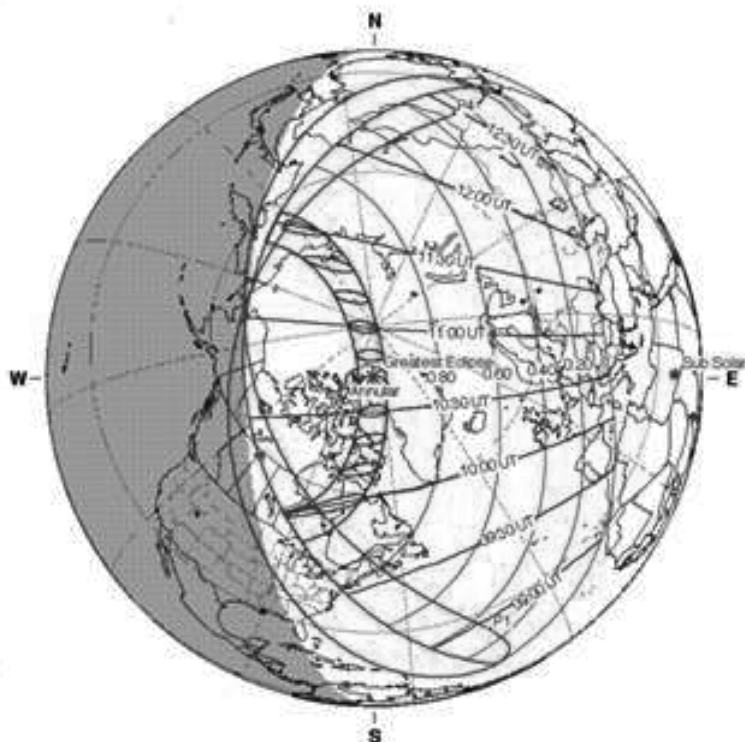
Шлях Місяця через земну тінь 26 травня 2021 р.

КІЛЬЦЕПОДІБНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 10 ЧЕРВНЯ 2021 р.

Його буде видно як кільцеподібне в північній частині Канади, в Гренландії, на Північному полюсі, на Далекому Сході Росії та як часткове — у північній частині Північної Америки, в Європі й Азії. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться об 11 год 00 хв 58.7 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.94) — о 10 год 41 хв 51.0 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 5 год 15 хв 31.4 с, схилення $+23^{\circ} 02' 37.1''$, видимий радіус $15' 45.2''$, горизонтальний паралакс $8.7''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 5 год 14 хв 53.5 с, $+23^{\circ} 51' 21.8''$, $14' 46.8''$, $54' 14.4''$. Загальні обставини затемнення наведено в таблиці та на рисунку. Сонце перебуватиме в сузір'ї Тельця.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ КІЛЬЦЕПОДІБНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
10 ЧЕРВНЯ 2021 р.

| Явище | Усвітний час (UT) | | |
|------------------------------------|-------------------|----|----|
| | год | хв | с |
| Початок часткового затемнення | 8 | 12 | 16 |
| Початок кільцеподібного затемнення | 9 | 49 | 43 |
| Максимальна фаза затемнення | 10 | 41 | 51 |
| Кінець кільцеподібного затемнення | 11 | 33 | 44 |
| Кінець часткового затемнення | 13 | 11 | 16 |



Кільцеподібне сонячне затемнення 10 червня 2021 р.

В Україні можна буде спостерігати незначні часткові фази кільцеподібного затемнення (див. таблицю нижче).

**ТОПОЦЕНТРИЧНІ ОБСТАВИНИ КІЛЬЦЕПОДІБНОГО СОНЯЧНОГО
ЗАТЕМНЕННЯ 10 ЧЕРВНЯ 2021 р. (ЧАС УСЕСВІТНІЙ)**

| Місто | Початок часткового затемнення год:хв:с | Висота Сонця ° | Найбільша фаза затемнення год:хв:с | Висота Сонця ° | Азимут Сонця ° | Кінець часткового затемнення год:хв:с | Висота Сонця ° |
|------------------|--|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| Дніпро | 10:48:59 | 61 | 11:26:31 (0.021) | 57 | 229 | 12:02:57 | 52 |
| Донецьк | 10:59:02 | 59 | 11:33:19 (0.017) | 55 | 236 | 12:06:32 | 50 |
| Івано-Франківськ | 10:16:53 | 64 | 11:01:12 (0.034) | 63 | 201 | 11:45:15 | 59 |
| Ізюм | 10:48:55 | 60 | 11:31:03 (0.032) | 55 | 233 | 12:11:38 | 49 |
| Київ | 10:25:44 | 62 | 11:15:16 (0.052) | 59 | 216 | 12:03:34 | 53 |
| Ковель | 10:07:40 | 62 | 11:02:01 (0.071) | 61 | 200 | 11:55:56 | 56 |
| Луганськ | 10:57:21 | 58 | 11:36:00 (0.025) | 53 | 238 | 12:13:11 | 48 |
| Львів | 10:10:39 | 63 | 10:59:51 (0.049) | 62 | 198 | 11:48:50 | 58 |
| Миколаїв | 10:55:45 | 63 | 11:19:54 (0.005) | 60 | 224 | 11:43:46 | 57 |
| Одеса | 10:58:53 | 63 | 11:16:47 (0.002) | 62 | 221 | 11:34:35 | 59 |
| Полтава | 10:40:39 | 61 | 11:24:53 (0.037) | 57 | 227 | 12:07:40 | 51 |
| Суми | 10:34:10 | 60 | 11:24:30 (0.058) | 56 | 226 | 12:13:01 | 49 |
| Ужгород | 10:10:27 | 64 | 10:54:52 (0.034) | 64 | 193 | 11:39:23 | 61 |
| Харків | 10:42:00 | 60 | 11:28:15 (0.044) | 55 | 230 | 12:12:45 | 49 |
| Херсон | 11:02:20 | 62 | 11:21:39 (0.003) | 60 | 226 | 11:40:49 | 57 |
| Хмельницький | 10:21:22 | 64 | 11:06:59 (0.038) | 61 | 207 | 11:52:01 | 57 |
| Черкаси | 10 35 17 | 62 | 11 19 13 (0.035) | 58 | 221 | 12 01 59 | 53 |
| Чернівці | 10 24 37 | 65 | 11 04 09 (0.023) | 63 | 205 | 11 43 21 | 59 |
| Чернігів | 10:23:23 | 61 | 11:16:46 (0.069) | 57 | 217 | 12:08:39 | 52 |
| Ялта | Затемнення не спостерігатиметься | | | | | | |

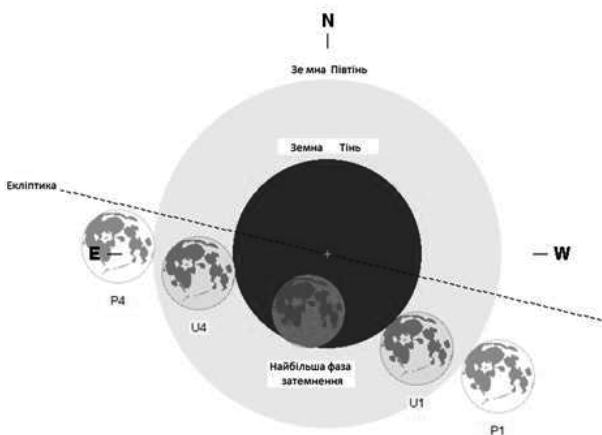
Примітка. У четвертому стовпчику в дужках наведено максимальну фазу часткового затемнення в цьому місті.

ЧАСТКОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 19 ЛИСТОПАДА 2021 р.

Затемнення можна спостерігати в Південній і Північній Америці, північній Європі, східній Азії, Австралії, Тихому океані. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 19 листопада о 8 год 57 хв 24.4 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.97) — о 9 год 02 хв 53.1 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 15 год 39 хв 50.9 с, схилення $-19^{\circ} 32' 33.1''$, видимий радіус $16' 11.0''$, горизонтальний паралакс $8.9''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 3 год 40 хв 24.8 с, $+19^{\circ} 09' 15.5''$, $14' 44.5''$, $54' 06.1''$. Кутовий радіус земної тіні — $38.6'$, півтіні — $71.0'$. Тривалість півтіньового затемнення — 6 год 01 хв 29 с, тіньового — 3 год 28 хв 23 с. Місяць перебуватиме в сузір'ї Тельця і пройде через південну зону земної тіні. Моменти явищ і загальні обставини затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
19 ЛИСТОПАДА 2021 р.

| Явище | Усесвітній час (UT) | | |
|------------------------------------|---------------------|----|----|
| | год | хв | с |
| Входження Місяця у півтінь (P1) | 6 | 02 | 09 |
| Початок часткового затемнення (U1) | 7 | 18 | 41 |
| Максимальна фаза затемнення | 9 | 02 | 53 |
| Кінець часткового затемнення (U4) | 10 | 47 | 04 |
| Вихід Місяця з півтіні (P4) | 12 | 03 | 38 |



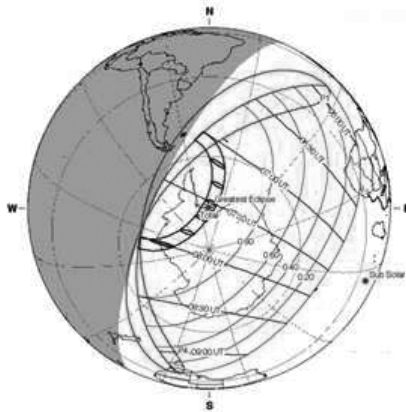
Часткове місячне затемнення 19 листопада 2021 р.

ПОВНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 4 ГРУДНЯ 2021 р.

Його буде видно в Антарктиці (як повне) та в південній частині Африки й Атлантичного океану — як часткове. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 7 год 56 хв 04.9 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (1.04) — о 7 год 33 хв 22.5 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення $16^{\circ} 43' 32.3''$, схилення $-22^{\circ} 16' 29.3''$, видимий радіус $16' 13.6''$, горизонтальний паралакс $8.9''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 16 год 42 хв 34.9 с, $-23^{\circ} 13' 22.1''$, $16' 44.7''$, $61' 27.3''$. Загальні обставини повного сонячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. Сонце перебуватиме в сузір'ї Змієноця. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 4 ГРУДНЯ 2021 р.

| Явище | Усесвітній час (UT) | | |
|-------------------------------|---------------------|----|----|
| | год | хв | с |
| Початок часткового затемнення | 5 | 29 | 11 |
| Початок повного затемнення | 7 | 00 | 01 |
| Максимальна фаза затемнення | 7 | 33 | 22 |
| Кінець повного затемнення | 8 | 06 | 29 |
| Кінець часткового затемнення | 9 | 37 | 24 |



Повне сонячне затемнення 4 грудня 2021 р.

Автор використав ефемериди сонячних і місячних затемнень, які розміщені на сайті NASA Eclipse Home Page.

Від редакції. В “Астрономічному календарі” на 2019 р. на с. 181 був помилково розміщений рисунок, який відповідає частковому сонячному затемненню 11 серпня 2018 р. Помилка виникла під час верстання.

ПОКРИТТЯ ЗІР І ПЛАНЕТ МІСЯЦЕМ

Нижче наведено обставини покриттів зір Місяцем, які можна спостерігати 2021 р. в Києві, Львові, Одесі, Сімферополі, Харкові та Донецьку.

У таблицях подано: дату, номер зорі за каталогом зодіакальних зір Робертсона (ZC), її зоряну величину, елонгацію Місяця (його видиму кутову відстань від Сонця), назву явища (П — покриття, В — відкриття), момент явища за всесвітнім часом T_B , кут положення P тієї точки місячного краю, в якій явище відбудеться, а також коефіцієнти A та B , за якими можна обчислити моменти явища для пунктів, віддалених від указаних міст не більше ніж на 350 км (див. нижче).

У момент нового Місяця його елонгація становить 0° , у першій чверті — 90° , за повного Місяця — 180° і в останній чверті — 270° . Кути положення P відраховують від північної точки диска Місяця у напрямі, протилежному руху годинникової стрілки. Відсутність коефіцієнтів A та B означає, що явище слід спостерігати тільки у цьому пункті, бо ці коефіцієнти не можна впевнено визначити, оскільки покриття є майже дотичним.

Методику спостережень покриттів зір Місяцем викладено в інструкції, надрукованій у постійній частині «Астрономического календаря» (див.: Астрономический календарь. Постоянная часть. — М.: Наука, 1981. — С. 437—443). Там же вміщено формули для самостійного обчислення аматорами астрономії обставин покриттів зір Місяцем.

Для спостережень покриттів цілком придатним є рефрактор або рефлектор з діаметром об'єктива (дзеркала) не меншим від 10 см.

Щоб обчислити момент покриття чи відкриття зорі для спостерігачів, які перебувають за межами міст, поданих в ефемеридах, слід застосовувати формулу:

$$T = T_B + A(\lambda_C - \lambda) + B(\varphi_C - \varphi),$$

де T — шуканий момент явища в пункті спостереження; T_B — ефемеридний момент явища; λ , φ та λ_C , φ_C — географічні координати (у градусах) пункту, наведеного в ефемеридах, і пункту спостережень відповідно.

Кутами положень P зручно користуватися під час спостережень за допомогою телескопа з паралактичним монтуванням, який має в полі зору окуляра хрест ниток. Якщо такого окуляра немає або телескоп змонтовано на горизонтальній установці, то зручніше користуватися кутами положення Q (їх вимірюють від рогів Місяця, тобто від точок перетину термінатора з краєм місячного лімба). Ці кути з вершиною в центрі Місяця відраховують від північного рогу проти руху годинникової стрілки.

Між кутами Q та P існує таке співвідношення: $Q = P - \sigma$, де σ — кут з вершиною в центрі Місяця між колом схилень і лінією, яка з'єднує роги Місяця. Кут σ відраховують від кола схилень так само, як кут P , і його можна обчислити за формулою:

$$\sin \sigma = \frac{\sin \delta_C - \sin \delta_M \cos E}{\cos \delta_M \sin E},$$

де δ_M, δ_C — схилення Місяця та Сонця з табл. 1, E — елонгація Місяця (табл. 42). Схилення Місяця та Сонця, проінтерпольовані на момент покриття чи відкриття, можна брати з точністю до мінут, момент явища — до хвилин.

Покриття планет Місяцем, які можна було б спостерігати в Україні, у 2021 р. не відбудуться.

Таблиця 41

**ЗОРІ ДО 6.1 ЗОРЯНОЇ ВЕЛИЧИНИ, ПОКРИТТЯ ЯКИХ МОЖНА
СПОСТЕРІГАТИ В УКРАЇНІ 2021 р.**

| Номер зорі за ZC | Назва зорі | | Зоряна величина m | $\alpha_{J2000.0}$ | | $\delta_{J2000.0}$ | |
|---------------------|---------------|---------------------|------------------------|--------------------|------|--------------------|----|
| | | | | год | хв | ° | ' |
| 5 | 33 | Риб | 4.7 | 0 | 05.3 | -5 | 42 |
| 354 | 24 | ξ Овна | 5.5 | 2 | 24.8 | +10 | 37 |
| 384 | 31 | Овна | 5.7 | 2 | 36.6 | +12 | 27 |
| 404 | 38 | UV Овна | 5.2 | 2 | 45.0 | +12 | 27 |
| 633 | 53 | Тельця | 5.4 | 4 | 19.4 | +21 | 09 |
| 646 | 224 В. | Тельця | 6.1 | 4 | 22.4 | +20 | 49 |
| 651 | 227 В. | Тельця | 5.9 | 4 | 23.5 | +20 | 59 |
| 657 | 67 | Тельця | 5.4 | 4 | 25.4 | +22 | 12 |
| 709 | 94 | τ Тельця | 4.3 | 4 | 42.2 | +22 | 57 |
| 742 | 99 | Тельця | 6.0 | 4 | 57.8 | +23 | 57 |
| 882 | 132 | Тельця | 5.0 | 5 | 49.0 | +24 | 34 |
| 898 | 412 В. | Тельця | 6.0 | 5 | 56.9 | +24 | 15 |
| 936 | 5 | Близнят | 5.9 | 6 | 11.5 | +24 | 25 |
| 1030 | 27 | ϵ Близнят | 3.2 | 6 | 43.9 | +25 | 08 |
| 1061 | 39 | Близнят | 6.1 | 6 | 58.8 | +26 | 05 |
| 1070 | 42 | ω Близнят | 5.2 | 7 | 02.4 | +24 | 13 |
| 1092 | 48 | Близнят | 5.8 | 7 | 12.4 | +24 | 08 |
| 1170 | 77 | κ Близнят | 3.7 | 7 | 44.4 | +24 | 24 |
| 1308 | 43 | γ Рака | 4.7 | 8 | 43.3 | +21 | 28 |
| 1484 | 30 | η Лева | 3.6 | 10 | 07.3 | +16 | 46 |
| 1514 | 42 | Лева | 6.1 | 10 | 21.8 | +14 | 59 |
| 1544 | 46 | Лева | 5.7 | 10 | 32.2 | +14 | 08 |
| 1702 | 3 | ν Діви | 4.2 | 11 | 45.9 | +6 | 32 |
| 1921 | 65 | Діви | 5.9 | 13 | 23.3 | -4 | 55 |
| 1941 | 74 | Γ^2 Діви | 4.8 | 13 | 32.0 | -6 | 15 |
| 2159 | 21 | ν Терезів | 5.3 | 15 | 06.6 | -16 | 15 |
| 2233 | 41 | Терезів | 5.5 | 15 | 38.9 | -19 | 18 |
| 2310 | 10 ω^2 | Скорпіона | 4.6 | 16 | 07.4 | -20 | 52 |
| 2434 | 24 | Змієноця | 5.6 | 16 | 56.8 | -23 | 09 |
| 2490 | 39 | \omicron Змієноця | 5.4 | 17 | 18.0 | -24 | 17 |
| 2500 | 42 | θ Змієноця | 3.4 | 17 | 22.0 | -25 | 00 |
| 2750 | 34 | σ Стрільця | 2.1 | 18 | 55.3 | -26 | 18 |
| 3130 | 33 | Козорога | 5.5 | 21 | 24.2 | -20 | 51 |
| 3343 | 69 | τ^1 Водоля | 5.8 | 22 | 47.7 | -14 | 03 |
| 3349 | 71 | τ^2 Водоля | 4.2 | 22 | 49.6 | -13 | 36 |

Примітка. У назвах переважної частини зір містяться цифрові величини (це номери зір за каталогом Флемстїда) і буквені позначення за каталогом Баєра (грецькі та малі латинські літери). Крім того, наведено назви сузір'їв, до яких віднесено ту чи іншу зорю. У деяких зір замість номера за каталогом Флемстїда вказано номер за іншим каталогом (наприклад, за каталогом Боде — скорочено В.). Подвійні зорі позначено комбінацією великих латинських літер.

Таблиця 42

ОБСТАВИНИ ПОКРИТТІВ ЗІР МІСЯЦЕМ

| Дата | Номер зорі за ZC | Зоряна величина <i>t</i> | Елонгація Місяця <i>E</i> , град. | Явище | <i>T_B</i> | | <i>P</i> , град. | <i>A</i> , хв/град. | <i>B</i> , хв/град. | |
|-------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|----|------------------|---------------------|---------------------|------|
| | | | | | год | хв | | | | |
| Київ | | | | | | | | | | |
| Січень | 16 | 3349 | 4.2 | 42 | П | 15 | 28.5 | 56 | +0.8 | -0.2 |
| | 21 | 404 | 5.2 | 101 | П | 22 | 18.1 | 37 | +0.3 | +0.1 |
| | 26 | 1070 | 5.2 | 157 | П | 22 | 29.8 | 148 | +0.7 | -3.6 |
| | 27 | 1092 | 5.8 | 159 | П | 3 | 05.4 | 84 | 0.0 | -1.2 |
| Лютий | 2 | 1921 | 5.9 | 247 | В | 22 | 34.3 | 238 | +1.3 | +3.7 |
| | 3 | 1941 | 4.8 | 249 | В | 4 | 04.8 | 250 | +2.0 | -0.3 |
| | 7 | 2490 | 5.4 | 302 | В | 4 | 48.6 | 260 | +1.5 | +0.7 |
| | 17 | 354 | 5.5 | 68 | П | 19 | 42.6 | 58 | +0.3 | -0.6 |
| Березень | 25 | 1308 | 4.7 | 151 | П | 2 | 46.2 | 83 | 0.0 | -1.2 |
| | 26 | 1514 | 6.1 | 172 | П | 19 | 14.7 | 107 | +1.1 | +0.5 |
| | 21 | 936 | 5.9 | 92 | П | 18 | 33.7 | 164 | — | — |
| | 27 | 1702 | 4.2 | 166 | П | 18 | 52.2 | 90 | +1.2 | +1.1 |
| Квітень | 29 | 1941 | 4.8 | 195 | В | 18 | 44.2 | 245 | +0.8 | +2.8 |
| | 1 | 2233 | 5.5 | 226 | В | 1 | 35.1 | 229 | +2.4 | +0.7 |
| | 17 | 898 | 6.0 | 62 | П | 19 | 42.8 | 175 | — | — |
| | 19 | 1170 | 3.7 | 84 | П | 18 | 46.6 | 76 | +1.2 | -0.8 |
| Травень | 22 | 1544 | 5.7 | 122 | П | 21 | 24.4 | 73 | +1.4 | -0.9 |
| | 27 | 2159 | 5.3 | 191 | В | 22 | 17.3 | 311 | +1.0 | -0.4 |
| | 28 | 2310 | 4.6 | 205 | В | 21 | 43.5 | 345 | +0.1 | -0.8 |
| | 25 | 2233 | 5.5 | 172 | П | 21 | 42.7 | 135 | +1.1 | -0.6 |
| Липень | 1 | 5 | 4.7 | 260 | В | 0 | 09.3 | 258 | +0.9 | +1.6 |
| Серпень | 2 | 646 | 6.1 | 297 | В | 23 | 35.4 | 303 | +0.3 | +0.9 |
| Вересень | 1 | 882 | 5.0 | 289 | В | 0 | 22.1 | 240 | +0.1 | +2.0 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | П | 0 | 03.8 | 122 | +0.3 | +0.8 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | В | 0 | 50.8 | 223 | -0.2 | +2.5 |
| | 17 | 3130 | 5.5 | 142 | П | 22 | 21.7 | 28 | +0.2 | +0.2 |
| Жовтень | 16 | 3343 | 5.8 | 134 | П | 17 | 12.6 | 45 | +1.1 | +1.4 |
| | 16 | 3349 | 4.2 | 135 | П | 19 | 08.3 | 352 | -0.5 | +2.6 |
| | 21 | 384 | 5.7 | 193 | В | 17 | 35.9 | 237 | +0.1 | +1.9 |
| | 23 | 633 | 5.4 | 216 | В | 21 | 50.0 | 201 | +0.2 | +3.1 |
| Листопад | 26 | 1484 | 3.6 | 263 | В | 21 | 45.9 | 293 | +0.1 | +0.9 |
| Грудень | 17 | 709 | 4.3 | 166 | П | 22 | 06.5 | 52 | +1.5 | +1.0 |

Продовження табл. 42

| Дата | Номер зорі за ZC | Зоряна величина <i>t</i> | Елонгація Місяця <i>E</i> , град. | Явище | <i>T_B</i> | | <i>P</i> , град. | <i>A</i> , хв/град. | <i>B</i> , хв/град. | |
|--------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|----|------------------|---------------------|---------------------|------|
| | | | | | год | хв | | | | |
| Львів | | | | | | | | | | |
| Січень | 3 | 1514 | 6.1 | 229 | В | 5 | 42.1 | 343 | 0.0 | -2.5 |
| | 16 | 3349 | 4.2 | 42 | П | 15 | 22.8 | 49 | +0.9 | 0.0 |
| | 21 | 404 | 5.2 | 101 | П | 22 | 15.5 | 42 | +0.4 | 0.0 |
| | 26 | 1070 | 5.2 | 157 | П | 22 | 27.6 | 159 | +0.7 | -5.1 |
| | 27 | 1092 | 5.8 | 159 | П | 3 | 06.4 | 91 | 0.0 | -1.4 |
| Лютий | 1 | 1702 | 4.2 | 222 | В | 2 | 02.9 | 334 | +0.7 | -1.9 |
| | 2 | 1921 | 5.9 | 247 | В | 22 | 21.0 | 218 | — | — |
| | 3 | 1941 | 4.8 | 249 | В | 3 | 48.5 | 234 | +3.2 | +1.3 |
| | 7 | 2490 | 5.4 | 302 | В | 4 | 37.6 | 252 | +1.6 | +1.2 |
| | 17 | 354 | 5.5 | 68 | П | 19 | 40.1 | 62 | +0.5 | -0.6 |
| | 25 | 1308 | 4.7 | 151 | П | 2 | 47.2 | 89 | 0.0 | -1.3 |
| | 26 | 1514 | 6.1 | 172 | П | 19 | 07.5 | 110 | +0.9 | +0.5 |
| | 27 | 1702 | 4.2 | 166 | П | 18 | 44.2 | 97 | +1.0 | +1.0 |
| Березень | 19 | 1170 | 3.7 | 84 | П | 18 | 38.5 | 85 | +1.3 | -0.9 |
| | 22 | 1544 | 5.7 | 122 | П | 21 | 15.8 | 85 | +1.4 | -1.0 |
| | 27 | 2159 | 5.3 | 191 | В | 22 | 10.4 | 302 | +1.1 | -0.1 |
| | 28 | 2310 | 4.6 | 205 | В | 21 | 42.2 | 332 | +0.3 | -0.3 |
| Травень | 25 | 2233 | 5.5 | 172 | П | 21 | 36.3 | 142 | +0.9 | -0.6 |
| Червень | 23 | 2500 | 3.4 | 169 | П | 23 | 48.0 | 69 | +1.1 | -0.6 |
| Липень | 1 | 5 | 4.7 | 260 | В | 0 | 02.4 | 261 | +0.8 | +1.7 |
| | 22 | 2750 | 2.1 | 162 | П | 18 | 49.5 | 15 | +3.4 | +4.7 |
| Серпень | 2 | 646 | 6.1 | 297 | В | 23 | 32.6 | 311 | +0.3 | +0.7 |
| Вересень | 1 | 882 | 5.0 | 289 | В | 0 | 20.4 | 246 | 0.0 | +1.9 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | П | 0 | 01.6 | 116 | +0.1 | +0.9 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | В | 0 | 50.9 | 230 | -0.2 | +2.2 |
| | 17 | 3130 | 5.5 | 142 | П | 22 | 20.1 | 18 | +0.1 | +0.7 |
| Жовтень | 16 | 3343 | 5.8 | 134 | П | 17 | 04.6 | 41 | +1.0 | +1.7 |
| | 21 | 384 | 5.7 | 193 | В | 17 | 34.2 | 241 | 0.0 | +1.8 |
| | 23 | 633 | 5.4 | 216 | В | 21 | 46.4 | 210 | +0.3 | +2.7 |
| Листопад | 26 | 1484 | 3.6 | 263 | В | 21 | 44.8 | 296 | 0.0 | +0.8 |
| Грудень | 17 | 709 | 4.3 | 166 | П | 21 | 55.8 | 51 | +1.5 | +1.3 |

Продовження табл. 42

| Дата | Номер зорі за ЗС | Зоряна величина <i>t</i> | Елонгація Місяця <i>E</i> , град. | Явище | <i>T_B</i> | | <i>P</i> , град. | <i>A</i> , хв/град. | <i>B</i> , хв/град. | |
|--------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|----|------------------|---------------------|---------------------|------|
| | | | | | год | хв | | | | |
| Одеса | | | | | | | | | | |
| Січень | 16 | 3349 | 4.2 | 42 | П | 15 | 30.0 | 66 | +1.0 | -0.4 |
| | 21 | 404 | 5.2 | 101 | П | 22 | 18.5 | 51 | +0.2 | -0.2 |
| | 26 | 1070 | 5.2 | 157 | П | 22 | 51.5 | 176 | — | — |
| | 27 | 1092 | 5.8 | 159 | П | 3 | 10.5 | 90 | -0.1 | -1.2 |
| Лютий | 1 | 1702 | 4.2 | 222 | В | 2 | 14.5 | 337 | +0.6 | -2.2 |
| | 3 | 1941 | 4.8 | 249 | В | 4 | 05.7 | 242 | +2.6 | +0.2 |
| | 7 | 2490 | 5.4 | 302 | В | 4 | 45.5 | 254 | +1.8 | +0.9 |
| | 17 | 354 | 5.5 | 68 | П | 19 | 45.9 | 72 | +0.3 | -0.9 |
| | 25 | 1308 | 4.7 | 151 | П | 2 | 51.2 | 88 | -0.1 | -1.2 |
| Березень | 26 | 1514 | 6.1 | 172 | П | 19 | 13.8 | 120 | +1.1 | 0.0 |
| | 19 | 651 | 5.9 | 69 | П | 16 | 27.8 | 357 | — | — |
| | 27 | 1702 | 4.2 | 166 | П | 18 | 49.0 | 103 | +1.2 | +0.6 |
| Квітень | 1 | 2233 | 5.5 | 226 | В | 1 | 29.9 | 216 | +4.3 | +3.1 |
| | 19 | 1170 | 3.7 | 84 | П | 18 | 50.9 | 87 | +1.2 | -1.1 |
| | 22 | 1544 | 5.7 | 122 | П | 21 | 28.7 | 81 | +1.3 | -1.0 |
| | 27 | 2159 | 5.3 | 191 | В | 22 | 19.4 | 305 | +1.2 | -0.4 |
| | 28 | 2310 | 4.6 | 205 | В | 21 | 46.5 | 335 | +0.4 | -0.6 |
| Травень | 25 | 2233 | 5.5 | 172 | П | 21 | 46.2 | 139 | +1.1 | -0.9 |
| Червень | 23 | 2500 | 3.4 | 169 | П | 23 | 58.0 | 76 | +1.0 | -0.8 |
| Липень | 1 | 5 | 4.7 | 260 | В | 0 | 02.9 | 254 | +1.0 | +1.7 |
| | 22 | 2750 | 2.1 | 162 | П | 18 | 56.9 | 12 | — | — |
| | 22 | 2750 | 2.1 | 162 | В | 19 | 08.6 | 354 | -0.9 | -4.4 |
| Серпень | 2 | 646 | 6.1 | 297 | В | 23 | 31.5 | 296 | +0.2 | +1.0 |
| | 2 | 651 | 5.9 | 297 | В | 23 | 58.4 | 319 | +1.3 | -0.1 |
| Вересень | 1 | 882 | 5.0 | 289 | В | 0 | 13.6 | 232 | 0.0 | +2.2 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | В | 0 | 39.8 | 211 | -0.5 | +2.9 |
| | 17 | 3130 | 5.5 | 142 | П | 22 | 20.9 | 38 | +0.4 | +0.1 |
| Жовтень | 16 | 3343 | 5.8 | 134 | П | 17 | 06.9 | 49 | +1.2 | +1.5 |
| | 16 | 3349 | 4.2 | 135 | П | 18 | 59.1 | 4 | +0.2 | +2.1 |
| | 21 | 384 | 5.7 | 193 | В | 17 | 28.1 | 233 | 0.0 | +1.9 |
| | 23 | 633 | 5.4 | 216 | В | 21 | 35.7 | 187 | -0.3 | +4.1 |
| | 24 | 657 | 5.4 | 218 | В | 2 | 05.3 | 333 | — | — |
| | 26 | 1061 | 6.1 | 250 | В | 23 | 39.1 | 328 | +2.4 | -2.5 |
| Листопад | 26 | 1484 | 3.6 | 263 | В | 21 | 41.9 | 281 | 0.0 | +1.1 |
| Грудень | 17 | 709 | 4.3 | 166 | П | 22 | 03.8 | 66 | +1.7 | +0.4 |

Продовження табл. 42

| Дата | Номер зорі за ЗС | Зоряна величина <i>t</i> | Елонгація Місяця <i>E</i> , град. | Явище | <i>T_B</i> | | <i>P</i> , град. | <i>A</i> , хв/град. | <i>B</i> , хв/град. | |
|--------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|----|------------------|---------------------|---------------------|------|
| | | | | | год | хв | | | | |
| Сімферополь | | | | | | | | | | |
| Січень | 16 | 3349 | 4.2 | 42 | П | 15 | 34.7 | 74 | +1.1 | -0.7 |
| | 27 | 1092 | 5.8 | 159 | П | 3 | 11.8 | 90 | -0.2 | -1.1 |
| Лютий | 1 | 1702 | 4.2 | 222 | В | 2 | 20.1 | 339 | +0.5 | -2.3 |
| | 3 | 1941 | 4.8 | 249 | В | 4 | 14.0 | 245 | +2.3 | -0.1 |
| | 17 | 354 | 5.5 | 68 | П | 19 | 48.4 | 76 | +0.2 | -1.0 |
| | 26 | 1514 | 6.1 | 172 | П | 19 | 18.2 | 124 | +1.2 | -0.2 |
| Березень | 6 | 2434 | 5.6 | 270 | В | 0 | 47.5 | 352 | -0.5 | -1.7 |
| | 19 | 651 | 5.9 | 69 | П | 16 | 22.7 | 14 | +1.5 | +4.3 |
| | 27 | 1702 | 4.2 | 166 | П | 18 | 52.5 | 105 | +1.3 | +0.4 |
| Квітень | 1 | 2233 | 5.5 | 226 | В | 1 | 39.0 | 221 | +3.3 | +1.8 |
| | 19 | 1170 | 3.7 | 84 | П | 18 | 56.8 | 86 | +1.1 | -1.1 |
| | 22 | 1544 | 5.7 | 122 | П | 21 | 34.9 | 79 | +1.3 | -1.0 |
| | 27 | 2159 | 5.3 | 191 | В | 22 | 24.6 | 307 | +1.3 | -0.6 |
| | 28 | 2310 | 4.6 | 205 | В | 21 | 49.2 | 337 | +0.4 | -0.8 |
| Травень | 19 | 1484 | 3.6 | 89 | П | 17 | 45.5 | 40 | — | — |
| | 25 | 2233 | 5.5 | 172 | П | 21 | 51.8 | 138 | +1.2 | -1.0 |
| Червень | 21 | 2159 | 5.3 | 138 | П | 18 | 14.8 | 103 | +1.6 | 0.0 |
| | 24 | 2500 | 3.4 | 169 | П | 0 | 02.9 | 80 | +0.9 | -0.9 |
| Липень | 1 | 5 | 4.7 | 260 | В | 0 | 03.9 | 250 | +1.1 | +1.7 |
| | 22 | 2750 | 2.1 | 162 | П | 19 | 01.1 | 12 | — | — |
| Серпень | 2 | 646 | 6.1 | 297 | В | 23 | 30.8 | 289 | +0.2 | +1.1 |
| | 3 | 651 | 5.9 | 297 | В | 0 | 01.6 | 306 | +0.9 | +0.5 |
| Вересень | 1 | 882 | 5.0 | 289 | В | 0 | 09.9 | 224 | 0.0 | +2.4 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | В | 0 | 32.0 | 198 | -1.0 | +3.9 |
| | 17 | 3130 | 5.5 | 142 | П | 22 | 22.6 | 47 | +0.5 | 0.0 |
| | 27 | 709 | 4.3 | 248 | В | 2 | 22.9 | 323 | — | — |
| Жовтень | 16 | 3343 | 5.8 | 134 | П | 17 | 09.2 | 53 | +1.4 | +1.4 |
| | 16 | 3349 | 4.2 | 135 | П | 18 | 57.6 | 15 | +0.6 | +1.7 |
| | 21 | 384 | 5.7 | 193 | В | 17 | 25.4 | 228 | +0.1 | +2.0 |
| | 23 | 633 | 5.4 | 216 | В | 21 | 22.9 | 165 | — | — |
| | 24 | 657 | 5.4 | 218 | В | 2 | 22.2 | 317 | +1.5 | -5.0 |
| Листопад | 26 | 1061 | 6.1 | 250 | В | 23 | 49.3 | 315 | +2.1 | -1.2 |
| | 20 | 742 | 6.0 | 197 | В | 23 | 59.8 | 332 | — | — |
| | 26 | 1484 | 3.6 | 263 | В | 21 | 40.4 | 274 | +0.1 | +1.3 |
| Грудень | 17 | 709 | 4.3 | 166 | П | 22 | 09.5 | 72 | +1.8 | 0.0 |

Продовження табл. 42

| Дата | Номер зорі за ZC | Зоряна величина t | Елонгація Місяця E , град. | Явище | T_V | | P , град. | A , хв/град. | B , хв/град. | |
|---------------|------------------|---------------------|------------------------------|-------|-------|----|-------------|----------------|----------------|------|
| | | | | | год | хв | | | | |
| Харків | | | | | | | | | | |
| Січень | 16 | 3349 | 4.2 | 42 | П | 15 | 33.6 | 64 | +0.8 | -0.5 |
| | 26 | 1070 | 5.2 | 157 | П | 22 | 35.4 | 143 | +0.6 | -3.2 |
| | 27 | 1092 | 5.8 | 159 | П | 3 | 05.4 | 79 | -0.1 | -1.1 |
| Лютий | 1 | 1702 | 4.2 | 222 | В | 2 | 07.9 | 356 | 0.0 | -2.7 |
| | 2 | 1921 | 5.9 | 247 | В | 22 | 40.6 | 244 | +1.4 | +2.9 |
| | 3 | 1941 | 4.8 | 249 | В | 4 | 15.5 | 258 | +1.6 | -0.8 |
| | 17 | 354 | 5.5 | 68 | П | 19 | 44.7 | 58 | +0.2 | -0.6 |
| | 25 | 1308 | 4.7 | 151 | П | 2 | 46.1 | 79 | -0.1 | -1.1 |
| Березень | 26 | 1514 | 6.1 | 172 | П | 19 | 21.4 | 106 | +1.2 | +0.4 |
| | 21 | 936 | 5.9 | 92 | П | 18 | 37.0 | 158 | +0.1 | -5.7 |
| | 27 | 1702 | 4.2 | 166 | П | 18 | 59.6 | 86 | +1.4 | +1.1 |
| Квітень | 29 | 1941 | 4.8 | 195 | В | 18 | 48.6 | 250 | +1.0 | +2.4 |
| | 1 | 2233 | 5.5 | 226 | В | 1 | 47.3 | 237 | +1.9 | 0.0 |
| | 17 | 898 | 6.0 | 62 | П | 19 | 35.3 | 158 | -1.0 | -4.0 |
| Травень | 19 | 1170 | 3.7 | 84 | П | 18 | 54.2 | 70 | +1.2 | -0.8 |
| | 22 | 1544 | 5.7 | 122 | П | 21 | 33.1 | 64 | +1.4 | -0.7 |
| | 27 | 2159 | 5.3 | 191 | В | 22 | 23.6 | 317 | +1.0 | -0.7 |
| | 28 | 2310 | 4.6 | 205 | В | 21 | 44.0 | 356 | -0.2 | -1.4 |
| | 25 | 2233 | 5.5 | 172 | П | 21 | 49.7 | 130 | +1.2 | -0.8 |
| Червень | 21 | 2159 | 5.3 | 138 | П | 18 | 18.8 | 92 | +1.6 | +0.1 |
| Липень | 1 | 5 | 4.7 | 260 | В | 0 | 14.7 | 254 | +1.1 | +1.6 |
| Серпень | 2 | 646 | 6.1 | 297 | В | 23 | 37.3 | 295 | +0.4 | +1.1 |
| | 3 | 651 | 5.9 | 297 | В | 0 | 05.9 | 317 | +1.4 | +0.1 |
| Вересень | 1 | 882 | 5.0 | 289 | В | 0 | 21.9 | 233 | +0.1 | +2.2 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | В | 0 | 48.0 | 214 | -0.3 | +3.0 |
| | 17 | 3130 | 5.5 | 142 | П | 22 | 23.2 | 37 | +0.3 | 0.0 |
| Жовтень | 16 | 3343 | 5.8 | 134 | П | 17 | 18.8 | 50 | +1.2 | +1.2 |
| | 16 | 3349 | 4.2 | 135 | П | 19 | 07.1 | 7 | +0.2 | +1.6 |
| | 21 | 384 | 5.7 | 193 | В | 17 | 36.0 | 232 | +0.2 | +2.0 |
| | 23 | 633 | 5.4 | 216 | В | 21 | 48.8 | 188 | -0.1 | +4.1 |
| | 26 | 1061 | 6.1 | 250 | В | 23 | 38.3 | 348 | — | — |
| Листопад | 26 | 1484 | 3.6 | 263 | В | 21 | 46.7 | 288 | +0.2 | +1.0 |
| Грудень | 17 | 709 | 4.3 | 166 | П | 22 | 14.9 | 54 | +1.5 | +0.6 |

Закінчення табл. 42

| Дата | Номер зорі за ЗС | Зоряна величина t | Елонгація Місяця E , град. | Явище | T_B | | P , град. | A , хв/град. | B , хв/град. | |
|----------------|------------------|---------------------|------------------------------|-------|-------|----|-------------|----------------|----------------|------|
| | | | | | год | хв | | | | |
| Донецьк | | | | | | | | | | |
| Січень | 16 | 3343 | 5.8 | 42 | П | 14 | 23.5 | 116 | +2.5 | -2.3 |
| | 16 | 3349 | 4.2 | 42 | П | 15 | 36.3 | 71 | +0.9 | -0.7 |
| | 26 | 1070 | 5.2 | 157 | П | 22 | 43.2 | 150 | +0.4 | -3.7 |
| | 27 | 1092 | 5.8 | 159 | П | 3 | 07.5 | 81 | -0.1 | -1.1 |
| Лютий | 1 | 1702 | 4.2 | 222 | В | 2 | 13.6 | 354 | +0.1 | -2.7 |
| | 2 | 1921 | 5.9 | 247 | В | 22 | 36.1 | 235 | +1.9 | +4.3 |
| | 3 | 1941 | 4.8 | 249 | В | 4 | 19.7 | 257 | +1.6 | -0.8 |
| | 17 | 354 | 5.5 | 68 | П | 19 | 46.4 | 64 | +0.1 | -0.7 |
| Березень | 26 | 1514 | 6.1 | 172 | П | 19 | 22.8 | 111 | +1.3 | +0.1 |
| | 21 | 936 | 5.9 | 92 | П | 18 | 52.7 | 175 | — | — |
| | 27 | 1702 | 4.2 | 166 | П | 18 | 59.8 | 91 | +1.5 | +0.8 |
| | 29 | 1941 | 4.8 | 195 | В | 18 | 44.8 | 241 | +1.3 | +3.2 |
| Квітень | 1 | 2233 | 5.5 | 226 | В | 1 | 50.3 | 235 | +2.0 | 0.0 |
| | 17 | 898 | 6.0 | 62 | П | 19 | 42.1 | 166 | -1.7 | -5.1 |
| | 19 | 1170 | 3.7 | 84 | П | 18 | 57.8 | 73 | +1.1 | -0.9 |
| | 22 | 1544 | 5.7 | 122 | П | 21 | 36.9 | 66 | +1.3 | -0.8 |
| | 27 | 2159 | 5.3 | 191 | В | 22 | 26.9 | 316 | +1.1 | -0.8 |
| | 28 | 2310 | 4.6 | 205 | В | 21 | 46.8 | 353 | 0.0 | -1.4 |
| Травень | 25 | 2233 | 5.5 | 172 | П | 21 | 53.5 | 131 | +1.2 | -0.9 |
| Липень | 1 | 5 | 4.7 | 260 | В | 0 | 13.3 | 251 | +1.1 | +1.6 |
| Серпень | 2 | 646 | 6.1 | 297 | В | 23 | 35.6 | 290 | +0.4 | +1.2 |
| | 3 | 651 | 5.9 | 297 | В | 0 | 07.0 | 307 | +1.1 | +0.5 |
| Вересень | 1 | 882 | 5.0 | 289 | В | 0 | 17.3 | 226 | 0.0 | +2.4 |
| | 2 | 1030 | 3.2 | 300 | В | 0 | 40.6 | 204 | -0.6 | +3.6 |
| | 17 | 3130 | 5.5 | 142 | П | 22 | 24.0 | 44 | +0.3 | -0.1 |
| | 16 | 3343 | 5.8 | 134 | П | 17 | 18.4 | 53 | +1.3 | +1.2 |
| Жовтень | 16 | 3349 | 4.2 | 135 | П | 19 | 04.6 | 15 | +0.5 | +1.4 |
| | 21 | 384 | 5.7 | 193 | В | 17 | 32.3 | 229 | +0.2 | +2.0 |
| | 23 | 633 | 5.4 | 216 | В | 21 | 37.6 | 173 | — | — |
| | 26 | 1061 | 6.1 | 250 | В | 23 | 51.9 | 326 | +2.2 | -2.5 |
| Листопад | 26 | 1484 | 3.6 | 263 | В | 21 | 44.9 | 281 | +0.2 | +1.1 |
| Грудень | 17 | 709 | 4.3 | 166 | П | 22 | 16.4 | 62 | +1.6 | +0.3 |

ПОКРИТТЯ ЗІР АСТЕРОЇДАМИ

За попередніми розрахунками в 2021 р. з поверхні Землі можна буде спостерігати 1185 явищ покриття астероїдами зір до 10 зоряної величини, з перепадом зоряних величин понад 0.5 та з тривалістю явища більшою, ніж 1 с. У табл. 43 наведено обставини тих явищ, які видимі з території України. Їх відібрали за такими критеріями: тривалість покриття не менша, ніж 1 с; зміна блиску зорі впродовж покривання перевищує одну зоряну величину; явище відбувається на висоті (для Києва), яка не менша від 20° ; блиск покриваної зорі не менший за 10-ту зоряну величину, діаметр астероїда більший, ніж 15 км.

У табл. 43 прийнято такі позначення:

UTC — момент явища за всесвітнім координованим часом;

h_* — висота зорі над горизонтом у момент покриття на широті Києва, град.;

Δt — тривалість явища, с;

Δm — максимальна зміна блиску зорі під час явища, зоряна величина;

m — зоряна величина зорі за каталогом «Tycho-2»;

$\alpha_{J2000.0}$, $\delta_{J2000.0}$ — пряме піднесення та схилення зорі відповідно.

Також у таблиці наведено номер, назву, діаметр і зоряну величину астероїда. Зорю, покриття якої спостерігатимемо, можна ототожити за поданими далі картами (рисуноками). Для кожного явища на верхньому рисунку показано розміщення смуги видимості на земній поверхні з поперечними позначками ймовірного моменту явища. Для конкретної місцевості цей момент можна приблизно розрахувати методом інтерполяції. На нижньому рисунку — пошукова карта зоряного поля розміром 3×3 град., на якій показано напрямок руху астероїда, а зорю, яку він покриватиме, відмічено кружечком. В останньому стовпчику таблиці наведено номер відповідної карти, а також позначено, в якій частині України умови для спостережень будуть сприятливі (N — для північної, S — для південної, W — для західної, E — для східної, C — для центральної, K — для Києва).

Ефемериди обчислено за допомогою комплексу програм OCCULT, який розроблений і розповсюджується за сприяння Міжнародної асоціації координації покриттів (International Occultation Timing Association — IOTA).

Спостереження покриттів зір як астероїдами, так і Місяцем проводяться за подібними методиками. Але в разі перших об'єктів треба ретельніше підготуватися до спостережень. Зокрема, слід завчасно відшукати на зоряній карті та на небі зорю, яку покриватиме астероїд.

Якщо супроводження зорі буде ручним, то потрібно так установити інструмент, щоб можна було, не переставляючи його, повернути трубу щонайменше на 10° .

Спостерігач реєструє моменти покриттів за допомогою секундоміра (під час візуальних спостережень). Оскільки тривалість покриття та моменти явища треба визначити за певною шкалою часу, то слід користатися двома звичайними секундомірами чи одним таким, на якому можна зареєструвати кілька моментів. У разі відсутності секундомірів стане в пригоді звичайний годинник із секундною стрілкою.

Візуальні спостереження слід починати за 5—10 хв до наведеного в ефемериді моменту явища та закінчувати через 5—10 хв після нього. Це зумовлено похибкою координат астероїда (приблизно $1''$) та кутовою швидкістю астероїда відносно зорі (0.002 — $0.030''/с$). Здебільшого зоря помітно яскравіша проти астероїда, який узагалі може бути невидимим. Тому треба пильно стежити за зміною блиску зорі. У момент покриття зорі невидимим астероїдом вона взагалі зникає на деякий час, і завдання полягає у визначенні інтервалу часу від зникнення зорі до її появи. Як правило, цей інтервал становить кілька секунд, але інколи перевищує 10 с. Якщо зникнення чи поява зорі відбувається не одразу, то доцільно хоча би приблизно визначити тривалість цього явища.

Яскравий астероїд може бути видимим під час покриття. У такому разі здається, що блиск зорі раптово зменшився. Через деякий час він збільшуватиметься і стане тим самим. Ці моменти початку зменшення та збільшення блиску і є моментами покриття та відкриття зорі.

Під час фотоелектричних і телевізійних спостережень усю інформацію про явище записують на відповідні магнітні носії. Таке обладнання здебільшого використовують спостерігачі-фахівці, які мають відлагоджений процес запису й обробки інформації.

Закінчивши спостереження, треба зробити прив'язку всіх зареєстрованих моментів до стандартної шкали часу й описати умови спостережень: хмарність, прозорість атмосфери, освітленість, видимість астероїда та зорі й інше, потрібне з погляду спостерігача. Якщо покриття не відбулося, то слід записати моменти початку та закінчення спостережень.

Інформацію про спостереження бажано надіслати в Астрономічну обсерваторію Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Поштова адреса: 04053, Київ-53, вул. Обсерваторна, 3.

Телефон — (044) 486-39-10.

Електронна адреса: kazl@ukr.net

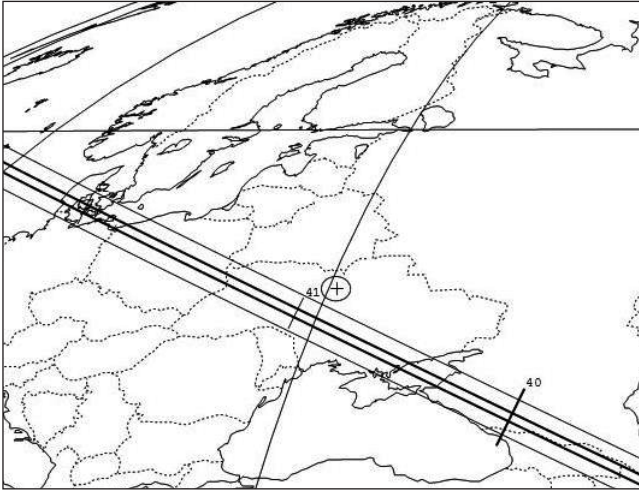
Ця інформація має містити дату й усесвітній час спостережень; номер зорі за каталогом, її екваторіальні координати й зоряну величину; номер астероїда та його зоряну величину; ім'я та прізвище спостерігача; координати місця спостереження (широту, довготу) і висоту над рівнем моря та спосіб визначення їх; моменти початку та кінця спостережень, відомості про перерви; примітки про те, відбулося покриття чи ні, моменти покриття та відкриття зорі, інтервали зникнення та появи зорі (якщо їх визначали); назву інструмента і його характеристики (діаметр об'єктива, збільшення, монтування), ведення (автоматичне/ручне); спосіб реєстрації часу; дані про видимість або невидимість астероїда під час спостережень; ту мінімальну відстань від зорі, на якій зміщувався астероїд ($\Delta\alpha$, $\Delta\delta$); умови спостережень: прозорість атмосфери, вітер, температура, стабільність зображення, освітленість; додаткові коментарі.

Слід зазначити, що розраховані обставини явищ можуть змінитися, якщо до моменту спостережень будуть уточнені елементи орбіт зазначених астероїдів. Оперативні дані про очікувані явища можна отримати зі сайтів міжнародних організацій, які координують спостереження покриттів зір астероїдами:

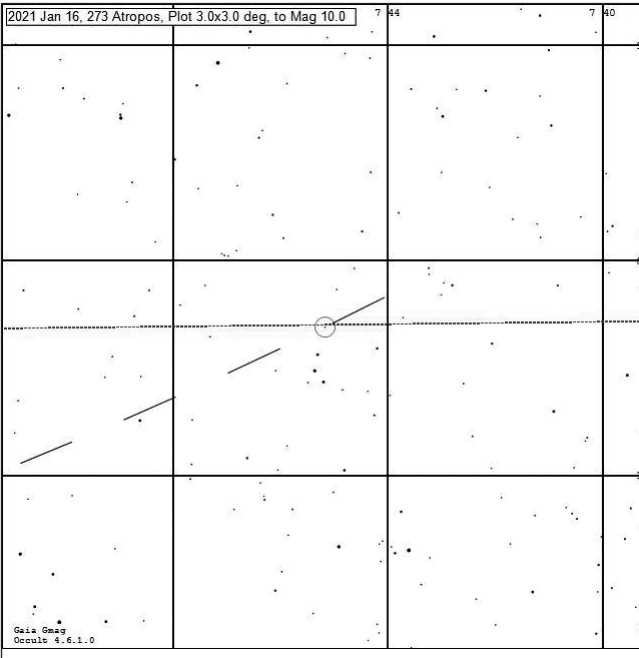
Астероїдне відділення Міжнародної асоціації координації покриттів
(International Occultation Timing Association) —
<http://www.lunar-occultations.com/iota/asteroids/>
Європейська мережа астероїдних покриттів
(European Asteroid Occultation Network) —
<http://www.astrosurf.com/eaon>

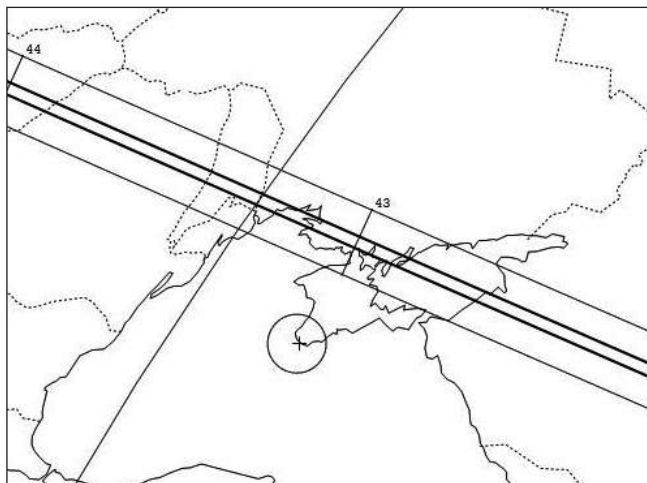
ОБСТАВИНИ ПОКРИТТІВ ЗІР АСТЕРОЇДАМИ

| Дата | UTC | | h_* | | Δt | | Δm | Зоря | | | | | | Астероїд | | | | Номер карти | |
|---------|-----|------|-------|------|------------|-----|--------------|------|-------|--------|--------------------|--------------------|------|-------------|-------|---------|------|-------------|------------------|
| | год | хв | ° | с | год | хв | | с | m | номер | $\alpha_{J2000.0}$ | $\delta_{J2000.0}$ | | но-мер | назва | діаметр | | | зоря-на величина |
| | | | | | | | | | | | | ° | ' | | | км | " | | |
| I.16 | 20 | 40.9 | 37 | 2.3 | 4.5 | ТУС | 4832-00522-1 | 9.8 | 7 45 | 10.270 | -0 18 | 36.95 | 273 | Атропос | 34 | 0.03 | 14.3 | 1; S, C, W | |
| I.29 | 19 | 43.0 | 40 | 2.0 | 7.6 | НІР | 47597 | 8.4 | 9 42 | 18.295 | +14 45 | 49.96 | 3859 | Borngen | 21 | 0.02 | 16.0 | 2; S | |
| II.15 | 23 | 10.4 | 58 | 2.2 | 5.9 | ТУС | 2486-00642-1 | 8.7 | 8 32 | 01.603 | +33 10 | 13.51 | 1926 | Demiddeleer | 20 | 0.02 | 14.6 | 3; E, N | |
| III.04 | 2 | 14.6 | 27 | 3.4 | 8.8 | ТУС | 6188-01119-1 | 9.3 | 15 29 | 23.445 | -18 18 | 20.72 | 2986 | Minalini | 19 | 0.01 | 18.1 | 4; W, S | |
| III.06 | 0 | 27.5 | 24 | 7.1 | 8.9 | НІР | 69054 | 7.8 | 14 08 | 04.270 | -12 55 | 44.46 | 1408 | Trusanda | 37 | 0.02 | 16.7 | 5; N, E | |
| III.19 | 23 | 26.5 | 63 | 6.7 | 5.5 | НІР | 61099 | 7.6 | 12 31 | 18.265 | +20 13 | 00.53 | 1048 | Feodosia | 70 | 0.07 | 13.1 | 6; S | |
| VII.09 | 19 | 32.6 | 32 | 5.3 | 7.2 | ТУС | 5620-00186-1 | 8.0 | 16 11 | 29.297 | -12 27 | 40.01 | 1291 | Phryne | 24 | 0.02 | 15.2 | 7; S, W | |
| VIII.26 | 21 | 28.6 | 42 | 8.8 | 3.8 | ТУС | 9-00303-1 | 8.7 | 0 20 | 47.248 | +6 44 | 23.70 | 385 | Ilmatar | 94 | 0.06 | 12.5 | 8; S | |
| IX.07 | 1 | 17.6 | 45 | 3.6 | 3.6 | ТУС | 1867-02366-1 | 9.9 | 5 53 | 07.814 | +25 52 | 20.21 | 554 | Petaga | 96 | 0.07 | 13.5 | 9; W | |
| X.15 | 15 | 45.6 | 41 | 12.2 | 3.5 | ТУС | 498-02223-1 | 9.9 | 20 00 | 56.280 | +2 09 | 13.65 | 790 | Pretoria | 170 | 0.09 | 13.4 | 10; N, E | |
| X.24 | 3 | 16.1 | 20 | 2.5 | 4.7 | ТУС | 4933-00577-1 | 9.0 | 11 31 | 36.144 | -4 54 | 40.53 | 156 | Xanthippe | 111 | 0.05 | 13.7 | 11; E | |
| XI.21 | 3 | 8.0 | 63 | 19.9 | 3.7 | ТУС | 1911-00407-1 | 9.7 | 7 40 | 00.188 | +24 18 | 59.19 | 138 | Tolosa | 59 | 0.04 | 13.4 | 12; W | |
| XII.03 | 1 | 47.1 | 58 | 4.9 | 6.1 | ТУС | 1426-00930-1 | 9.1 | 10 24 | 59.288 | +20 43 | 33.21 | 255 | Oppavia | 61 | 0.04 | 15.2 | 13; S | |
| XII.28 | 18 | 1.0 | 20 | 9.4 | 3.0 | НІР | 533 | 8.8 | 0 06 | 27.086 | -16 44 | 15.59 | 532 | Herculina | 203 | 0.08 | 11.8 | 14; W | |

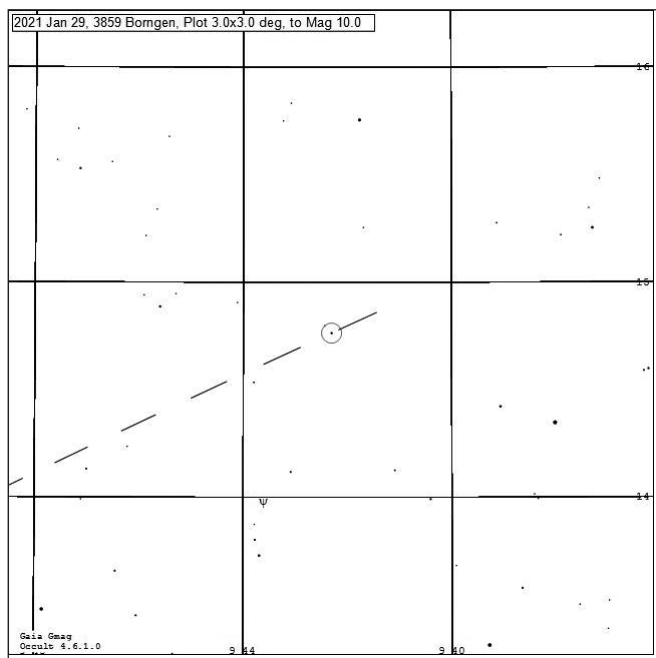


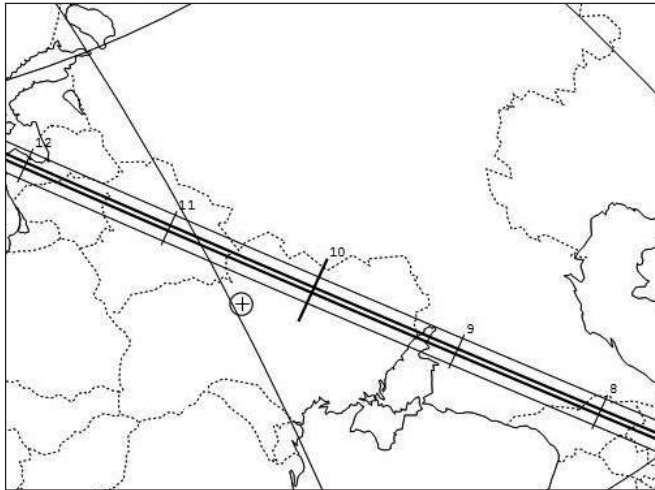
1. 16.01.21 — 273 Атропос, сузір'я Одророга



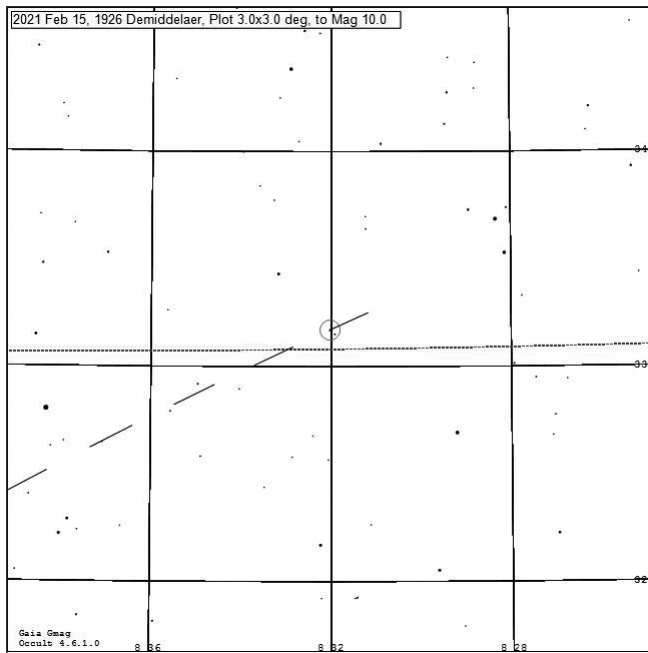


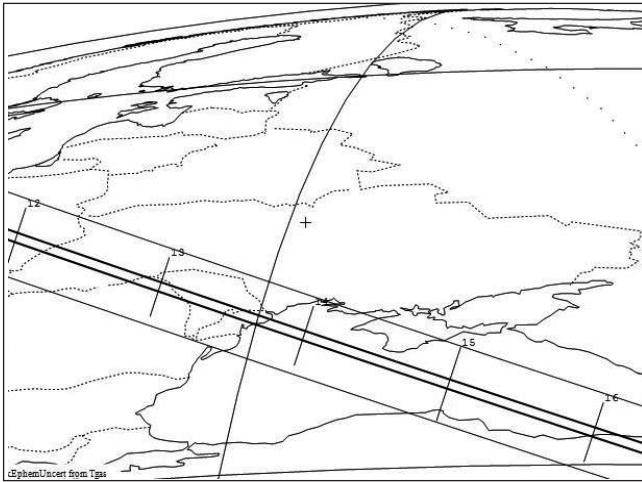
2. 29.01.21 — 3859 Borngen, сузір'я Лева



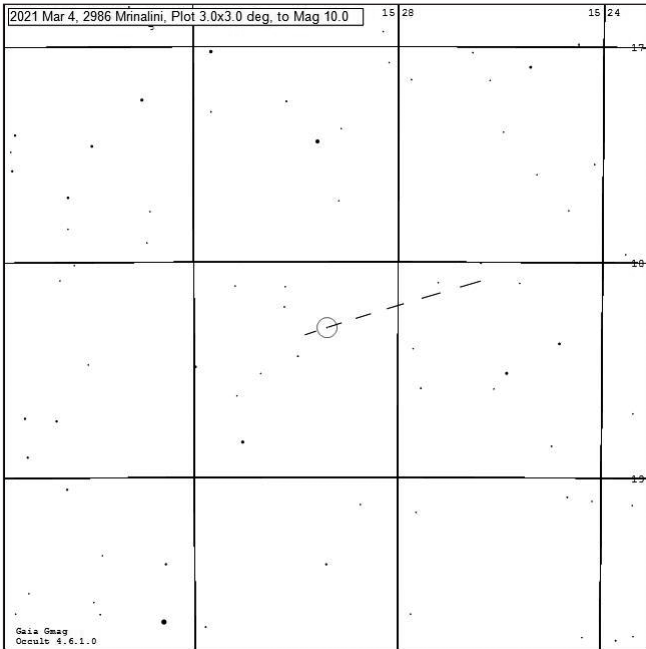


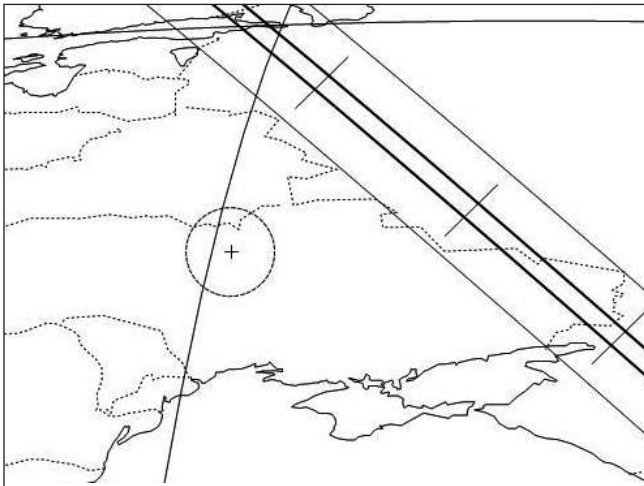
3. 15.02.21 — 1926 Demiddelaer, сузір'я Риси



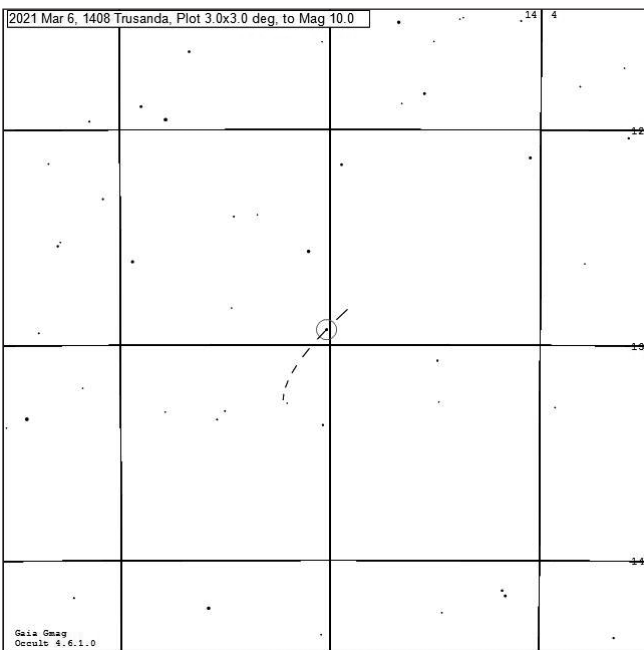


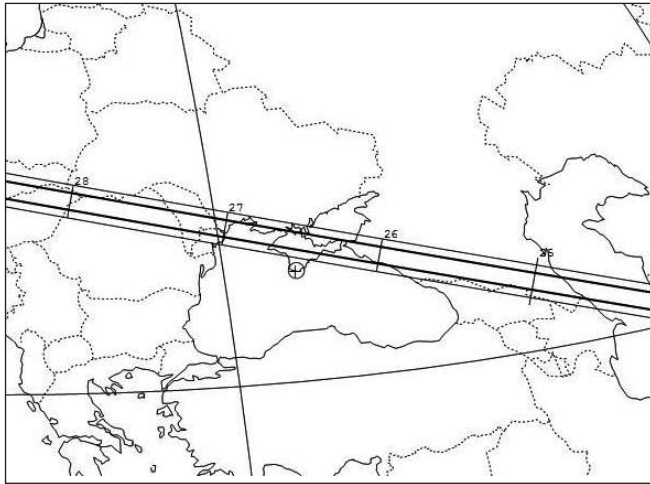
4. 04.03.21 — 2986 Minalini, сузір'я Терезів



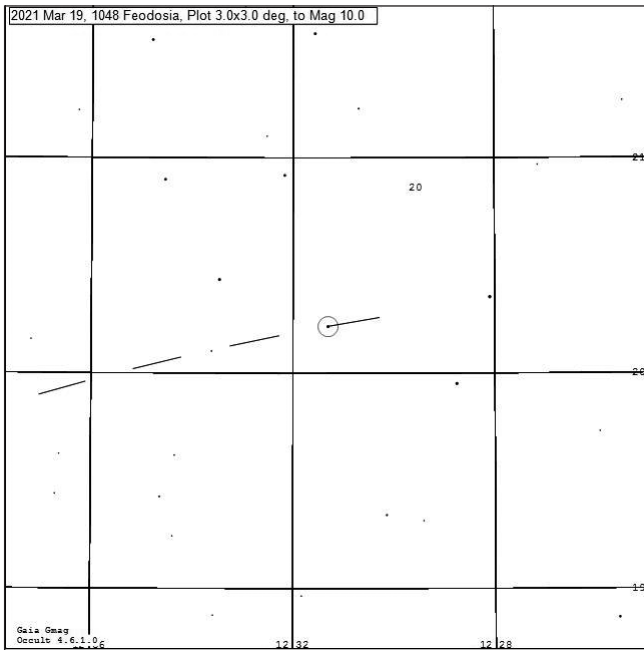


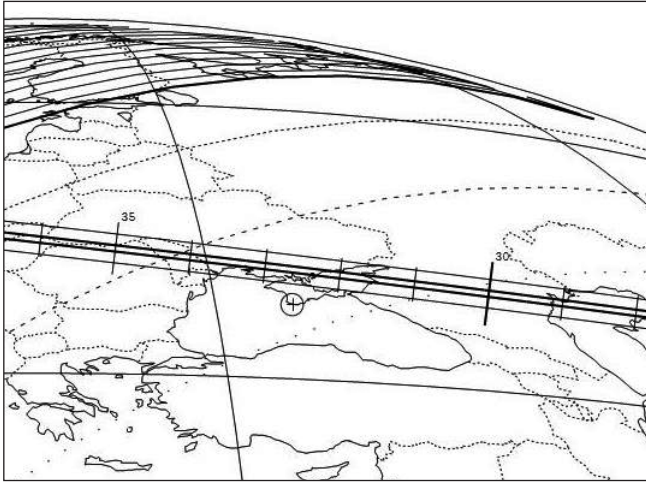
5. 06.03.21 — 1408 Trusanda, сузір'я Діви



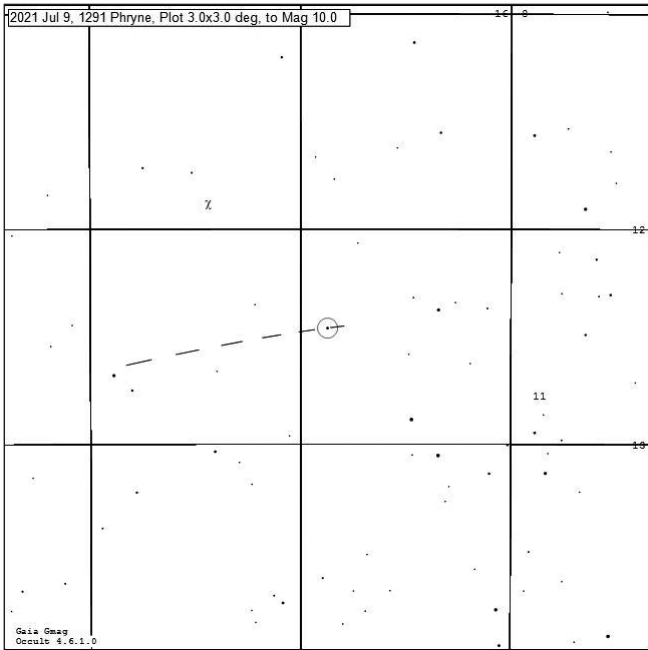


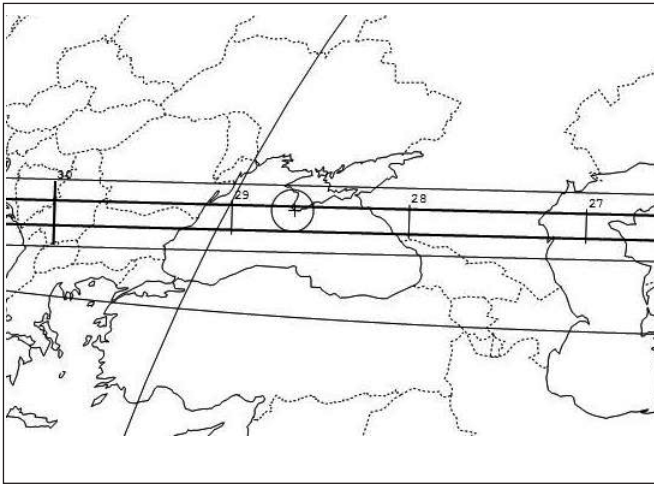
6. 19.03.21 — 1048 Feodosia, сузір'я Волосся Вероніки



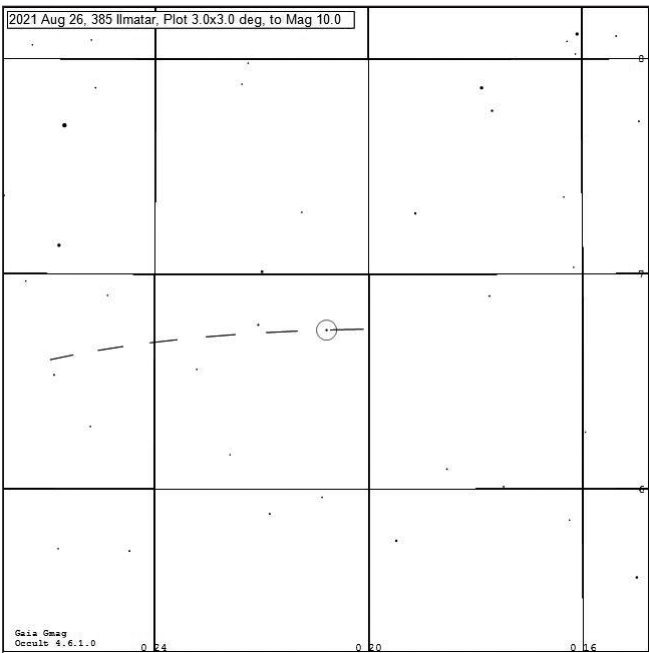


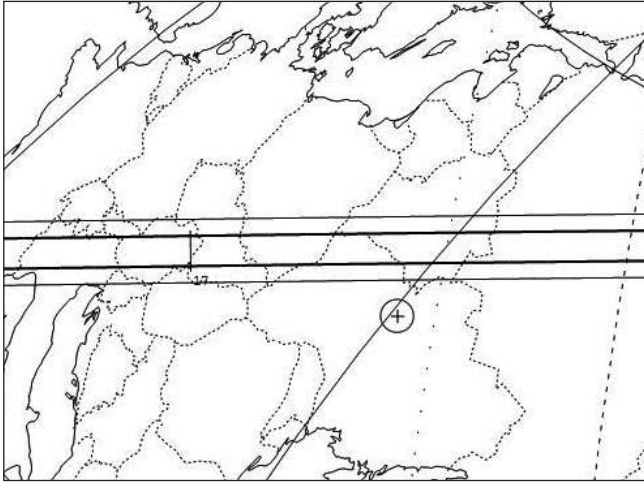
7. 07.09.21 — 1291 Phryne, сузір'я Скорпіона



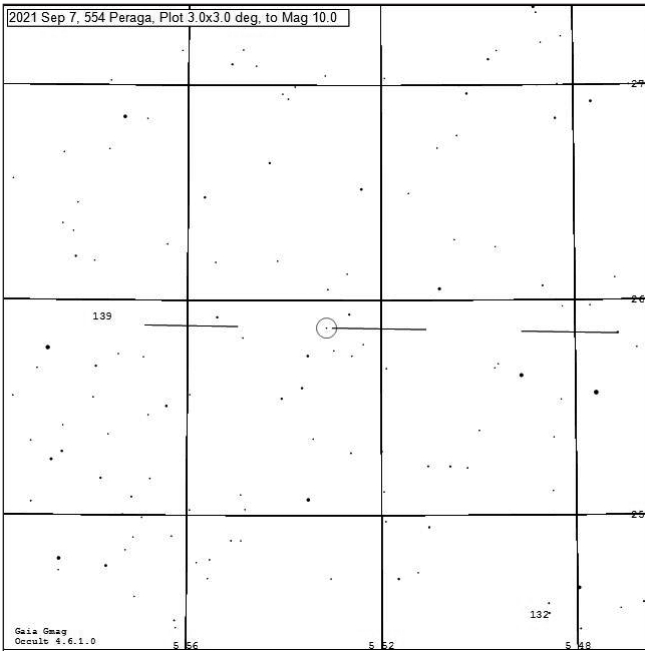


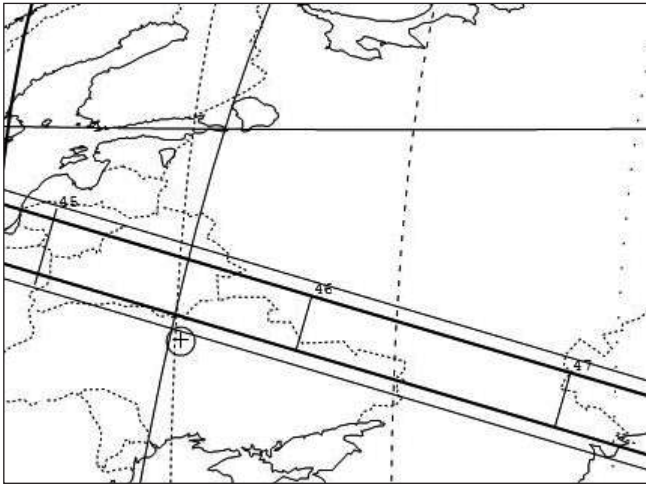
8. 26.08.21 — 385 Илматар, сүзір'я Риб



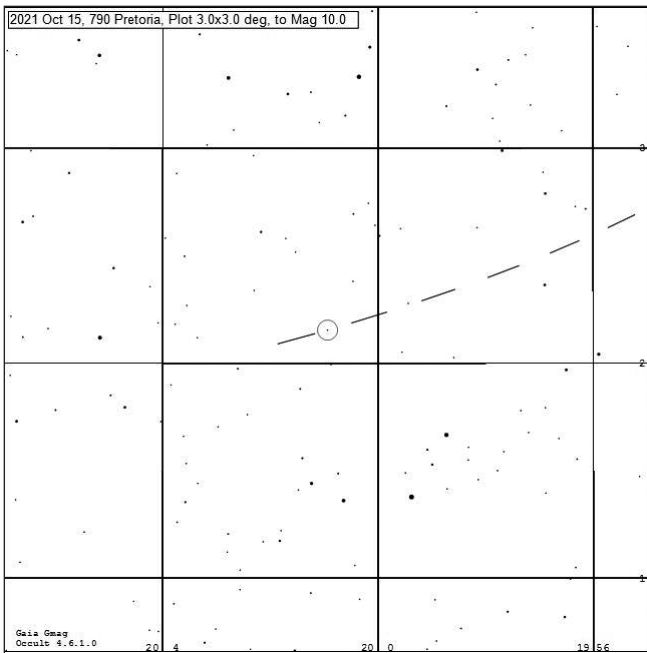


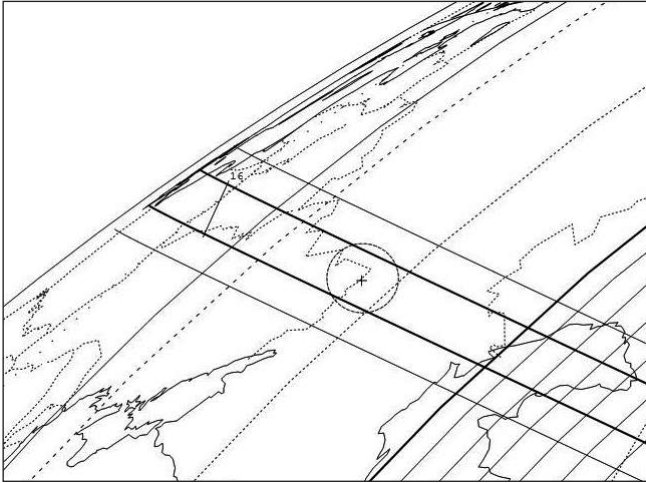
9. 07.09.21 — 554 Peraga, сузір'я Тельця



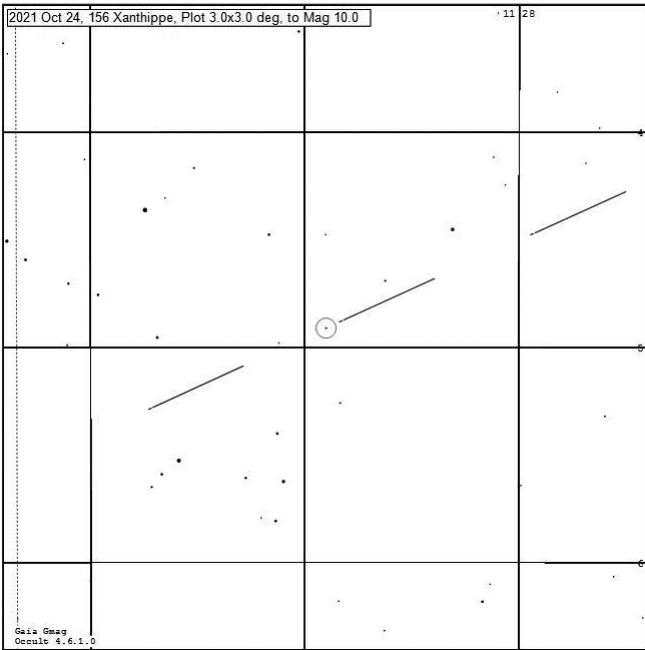


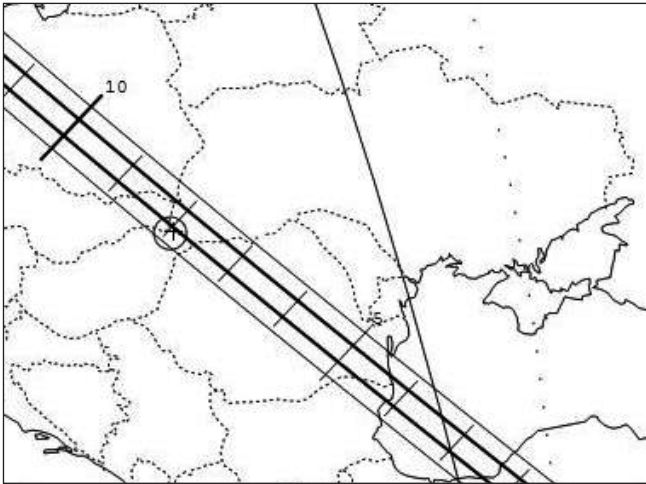
10. 15.10.21 — 790 Pretoria, сузір'я Орла



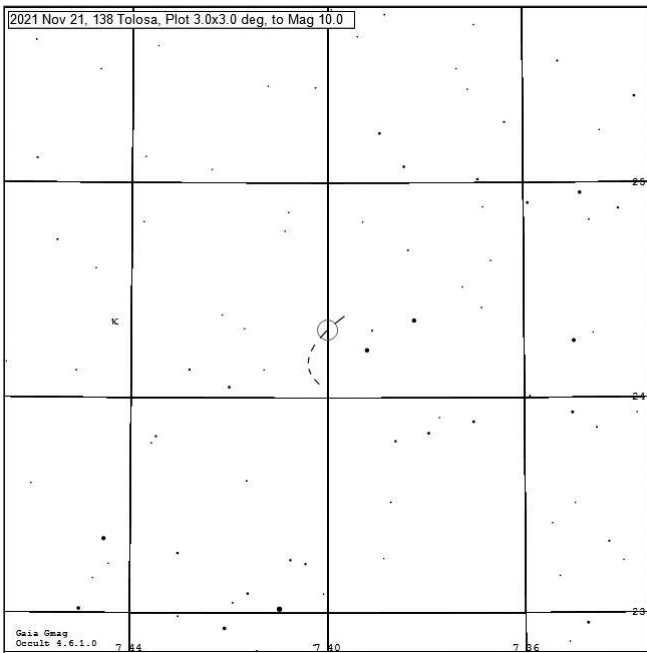


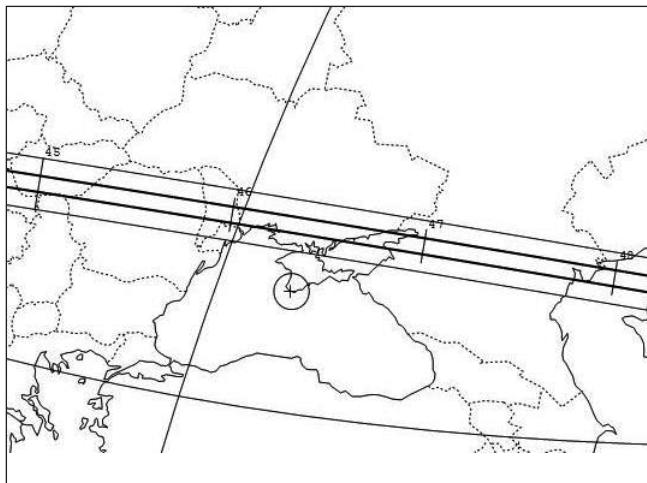
11. 24.10.21 — 156 Xanthippe, сузір'я Лева



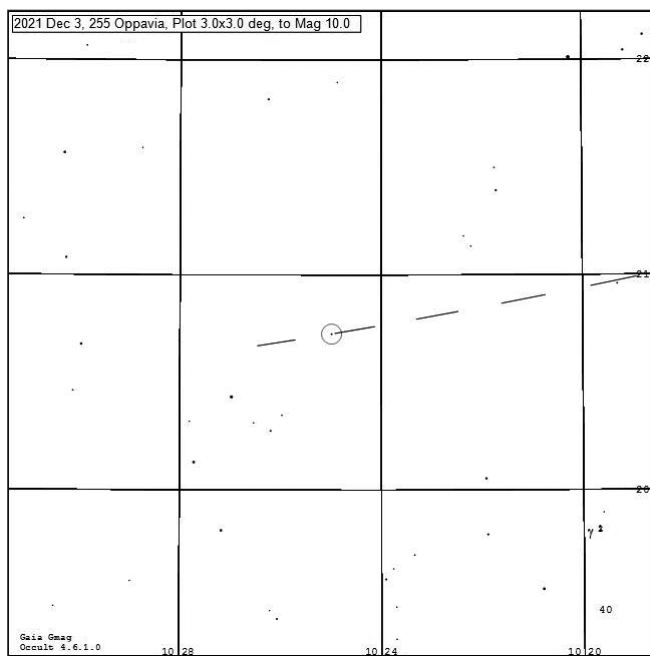


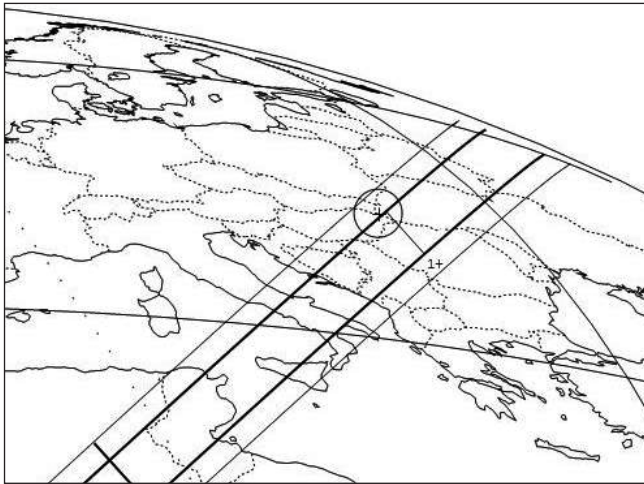
12. 21.11.21 — 138 Tolosa, сузір'я Близнят



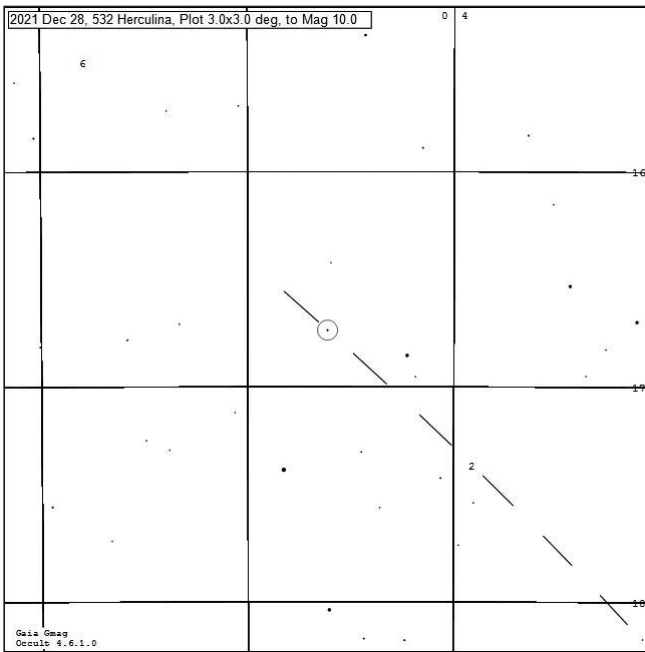


13. 03.12.21 — 255 Oppavia, сузір'я Візничого





14. 28.12.21 — 532 Неркуліна, сузір'я Кита



ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ

Таблиця 44

АЗИМУТИ ПОЛЯРНОЇ ЗОРІ ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ І ПОПРАВКИ ДО ЇЇ ВИСОТ

Координати Полярної зорі на 2021.5: $\alpha = 2^h 56^m 04^s$, $\delta = 89^\circ 21' 30''$

| Зоряний час S | | Широта | | | | Зоряний час S | | Поправка висоти |
|-----------------|-----|--------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----------------|
| | | 40° | 45° | 50° | 55° | | | |
| h | m | ' | ' | ' | ' | h | m | ' |
| 2 | 56 | 00 | 00 | 00 | 00 | 2 | 56 | -39 |
| 3 | 16 | 05 | 05 | 05 | 06 | 2 | 36 | -39 |
| 3 | 36 | 09 | 10 | 11 | 12 | 2 | 16 | -38 |
| 3 | 56 | 13 | 15 | 16 | 18 | 1 | 56 | -38 |
| 4 | 16 | 18 | 19 | 21 | 23 | 1 | 36 | -37 |
| 4 | 36 | 22 | 24 | 26 | 29 | 1 | 16 | -35 |
| 4 | 56 | 26 | 28 | 31 | 34 | 0 | 56 | -34 |
| 5 | 16 | 30 | 32 | 35 | 39 | 0 | 36 | -32 |
| 5 | 36 | 33 | 36 | 40 | 44 | 0 | 16 | -30 |
| 5 | 56 | 36 | 40 | 44 | 48 | 23 | 56 | -28 |
| 6 | 16 | 40 | 43 | 47 | 52 | 23 | 36 | -25 |
| 6 | 36 | 42 | 46 | 50 | 56 | 23 | 16 | -22 |
| 6 | 56 | 45 | 48 | 53 | 59 | 22 | 56 | -20 |
| 7 | 16 | 47 | 51 | 56 | 62 | 22 | 36 | -16 |
| 7 | 36 | 48 | 52 | 58 | 64 | 22 | 16 | -13 |
| 7 | 56 | 50 | 54 | 59 | 66 | 21 | 56 | -10 |
| 8 | 16 | 51 | 55 | 60 | 67 | 21 | 36 | -7 |
| 8 | 36 | 51 | 55 | 61 | 68 | 21 | 16 | -3 |
| 8 | 56 | 51 | 56 | 61 | 68 | 20 | 56 | 0 |
| 9 | 16 | 51 | 55 | 61 | 68 | 20 | 36 | +3 |
| 9 | 36 | 50 | 55 | 60 | 67 | 20 | 16 | +7 |
| 9 | 56 | 49 | 54 | 59 | 66 | 19 | 56 | +10 |
| 10 | 16 | 48 | 52 | 57 | 64 | 19 | 36 | +13 |
| 10 | 36 | 46 | 50 | 55 | 62 | 19 | 16 | +16 |
| 10 | 56 | 44 | 48 | 53 | 59 | 18 | 56 | +20 |
| 11 | 16 | 42 | 45 | 50 | 56 | 18 | 36 | +22 |
| 11 | 36 | 39 | 42 | 46 | 52 | 18 | 16 | +25 |
| 11 | 56 | 36 | 39 | 43 | 48 | 17 | 56 | +28 |
| 12 | 16 | 33 | 35 | 39 | 44 | 17 | 36 | +30 |
| 12 | 36 | 29 | 32 | 34 | 39 | 17 | 16 | +32 |
| 12 | 56 | 25 | 28 | 29 | 34 | 16 | 56 | +34 |
| 13 | 16 | 21 | 23 | 26 | 29 | 16 | 36 | +35 |
| 13 | 36 | 17 | 19 | 21 | 23 | 16 | 16 | +37 |
| 13 | 56 | 13 | 14 | 16 | 18 | 15 | 56 | +38 |
| 14 | 16 | 09 | 10 | 10 | 12 | 15 | 36 | +38 |
| 14 | 36 | 04 | 05 | 05 | 06 | 15 | 16 | +39 |
| 14 | 56 | 00 | 00 | 00 | 00 | 14 | 56 | +39 |

Таблиця 45

СЕРЕДНЯ РЕФРАКЦІЯ
(при температурі повітря 0 °С й атмосферному тискові 760 мм рт. ст.)

| Висота над горизонтом | R_c | Висота над горизонтом | R_c | Висота над горизонтом | R_c | Висота над горизонтом | R_c |
|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| 0° 00' | 36.6' | 1° 40' | 20.9' | 5° | 10.2' | 16° | 3.4' |
| 0 10 | 34.3 | 2 00 | 19.1 | 6 | 8.8 | 20 | 2.7 |
| 0 20 | 32.2 | 2 20 | 17.5 | 7 | 7.7 | 25 | 2.1 |
| 0 30 | 30.3 | 2 40 | 16.2 | 8 | 6.8 | 30 | 1.7 |
| 0 40 | 28.6 | 3 00 | 15.0 | 9 | 6.1 | 40 | 1.2 |
| 0 50 | 27.1 | 3 30 | 13.5 | 10 | 5.5 | 50 | 0.8 |
| 1 00 | 25.6 | 4 00 | 12.2 | 12 | 4.6 | 70 | 0.4 |
| 1 20 | 23.1 | 4 30 | 11.1 | 14 | 3.9 | 90 | 0.0 |

Поправки середньої рефракції

| Температура, °С | Множник k_t | Температура, °С | Множник k_t | Температура, °С | Множник k_t | Тиск, мм рт. ст. | Множник k_p |
|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|
| -20 | +0.03 | -4 | +0.02 | +14 | -0.05 | 710 | -0.06 |
| -18 | +0.07 | -2 | +0.01 | +16 | -0.06 | 720 | -0.05 |
| -16 | +0.07 | +2 | -0.01 | +18 | -0.06 | 730 | -0.04 |
| -14 | +0.06 | +4 | -0.02 | +20 | -0.07 | 740 | -0.03 |
| -12 | +0.05 | +6 | -0.02 | +22 | -0.08 | 750 | -0.01 |
| -10 | +0.04 | +8 | -0.03 | +24 | -0.08 | 770 | +0.01 |
| -8 | +0.03 | +10 | -0.04 | +26 | -0.09 | 780 | +0.03 |
| -6 | +0.02 | +12 | -0.04 | +28 | -0.10 | 790 | +0.04 |

Примітка. Рефракція R при температурі t і тиску p обчислюється за формулою $R = R_c (1 + k_t + k_p)$.

Таблиця 46

ПЕРЕВЕДЕННЯ ЧАСТОК ДОБИ У ГОДИНИ, ХВИЛИНИ ТА СЕКУНДИ

| Частка доби | год | хв | Частка доби | год | хв | с | Частка доби | хв | с | Частка доби | хв | с |
|-------------|-----|----|-------------|-----|----|----|-------------|----|----|-------------|----|----|
| 0.1 | 2 | 24 | 0.01 | 0 | 14 | 24 | 0.001 | 1 | 26 | 0.0001 | 0 | 09 |
| 0.2 | 4 | 48 | 0.02 | 0 | 28 | 48 | 0.002 | 2 | 53 | 0.0002 | 0 | 17 |
| 0.3 | 7 | 12 | 0.03 | 0 | 43 | 12 | 0.003 | 4 | 19 | 0.0003 | 0 | 26 |
| 0.4 | 9 | 36 | 0.04 | 0 | 57 | 36 | 0.004 | 5 | 46 | 0.0004 | 0 | 35 |
| 0.5 | 12 | 00 | 0.05 | 1 | 12 | 00 | 0.005 | 7 | 12 | 0.0005 | 0 | 43 |
| 0.6 | 14 | 24 | 0.06 | 1 | 26 | 24 | 0.006 | 8 | 38 | 0.0006 | 0 | 52 |
| 0.7 | 16 | 48 | 0.07 | 1 | 40 | 48 | 0.007 | 10 | 05 | 0.0007 | 1 | 00 |
| 0.8 | 19 | 12 | 0.08 | 1 | 55 | 12 | 0.008 | 11 | 31 | 0.0008 | 1 | 09 |
| 0.9 | 21 | 36 | 0.09 | 2 | 09 | 36 | 0.009 | 12 | 58 | 0.0009 | 1 | 18 |

Таблиця 47

ПЕРЕВЕДЕННЯ ГОДИН І ХВИЛИН У ЧАСТКИ ДОБИ

| год | Частка доби | год | Частка доби | хв | Частка доби | хв | Частка доби |
|-----|-------------|-----|-------------|----|-------------|----|-------------|
| 1 | 0.0417 | 7 | 0.2917 | 1 | 0.0007 | 7 | 0.0049 |
| 2 | 0.0833 | 8 | 0.3333 | 2 | 0.0014 | 8 | 0.0056 |
| 3 | 0.1250 | 9 | 0.3750 | 3 | 0.0021 | 9 | 0.0062 |
| 4 | 0.1667 | 10 | 0.4167 | 4 | 0.0028 | 10 | 0.0069 |
| 5 | 0.2083 | 11 | 0.4583 | 5 | 0.0035 | 20 | 0.0139 |
| 6 | 0.2500 | 12 | 0.5000 | 6 | 0.0042 | 40 | 0.0278 |

Таблиця 48

КІЛЬКІСТЬ ЮЛІАНСЬКИХ ДІБ ВІД ПОЧАТКУ ЮЛІАНСЬКОГО ПЕРІОДУ
ДО 12 ГОД НУЛЬОВОГО ДНЯ КОЖНОГО МІСЯЦЯ

| Рік | Січень | Лютий | Березень | Квітень | Травень | Червень |
|------|--------|-------|----------|---------|---------|---------|
| 2018 | 245 | 8119 | 8150 | 8178 | 8209 | 8239 |
| 2019 | | 8484 | 8515 | 8543 | 8574 | 8604 |
| 2020 | | 8849 | 8880 | 8909 | 8940 | 8970 |
| 2021 | | 9215 | 9246 | 9274 | 9305 | 9335 |
| 2022 | | 9580 | 9611 | 9639 | 9670 | 9700 |
| 2023 | | 9945 | 9976 | *0004 | *0035 | *0065 |
| 2024 | 246 | 0310 | 0341 | 0370 | 0401 | 0431 |

| Рік | Липень | Серпень | Вересень | Жовтень | Листопад | Грудень |
|------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|
| 2018 | 245 | 8300 | 8331 | 8362 | 8392 | 8423 |
| 2019 | | 8665 | 8696 | 8727 | 8757 | 8788 |
| 2020 | | 9031 | 9062 | 9093 | 9123 | 9154 |
| 2021 | | 9396 | 9427 | 9458 | 9488 | 9519 |
| 2022 | | 9761 | 9792 | 9823 | 9853 | 9884 |
| 2023 | 246 | 0126 | 0157 | 0188 | 0218 | 0249 |
| 2024 | | 0492 | 0523 | 0554 | 0584 | 0615 |

* Увага! Для нульових днів березня — червня в 2023 р. перші три цифри юліанських діб мають бути 246...

Таблиця 49

**ПОПРАВКИ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРОМІЖКІВ
СОНЯЧНОГО СЕРЕДНЬОГО ЧАСУ НА ЗОРЯНИЙ
ТА ЗОРЯНОГО ЧАСУ НА СЕРЕДНІЙ**

| Середній час на зоряний | | | Проміжок | Поправка | Проміжок | Поправка | Зоряний час на середній | | |
|-------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|----------|--------------|
| Проміжок | Поправка | | | | | | Проміжок | Поправка | |
| год | хв | с | хв | с | хв | с | год | хв | с |
| 1 | 0 | 09.9 | 1 | 0.2 | 31 | 5.1 | 1 | 0 | 09.8 |
| 2 | | 19.7 | 2 | 0.3 | 32 | 5.3 | 2 | | 19.7 |
| 3 | | 29.6 | 3 | 0.5 | 33 | 5.4 | 3 | | 29.5 |
| 4 | | 39.4 | 4 | 0.7 | 34 | 5.6 | 4 | | 39.3 |
| 5 | | 49.3 | 5 | 0.8 | 35 | 5.8 | 5 | | 49.1 |
| 6 | | 59.1 | 6 | 1.0 | 36 | 5.9 | 6 | | 59.0 |
| 7 | 1 | 09.0 | 7 | 1.2 | 37 | 6.1 | 7 | 1 | 08.8 |
| 8 | | 18.9 | 8 | 1.3 | 38 | 6.2 | 8 | | 18.6 |
| 9 | | 28.7 | 9 | 1.5 | 39 | 6.4 | 9 | | 28.5 |
| 10 | | 38.6 | 10 | 1.6 | 40 | 6.6 | 10 | | 38.3 |
| 11 | | 48.4 | 11 | 1.8 | 41 | 6.7 | 11 | | 48.1 |
| 12 | | 58.3 | 12 | 2.0 | 42 | 6.9 | 12 | | 58.0 |
| 13 | 2 | 08.1 | 13 | 2.1 | 43 | 7.1* | 13 | 2 | 07.8 |
| 14 | | 18.0 | 14 | 2.3 | 44 | 7.2 | 14 | | 17.6 |
| 15 | | 27.8 | 15 | 2.5 | 45 | 7.4 | 15 | | 27.4 |
| 16 | | 37.7 | 16 | 2.6 | 46 | 7.6* | 16 | | 37.3 |
| 17 | | 47.6 | 17 | 2.8 | 47 | 7.7 | 17 | | 47.1 |
| 18 | | 57.4 | 18 | 3.0 | 48 | 7.9 | 18 | | 56.9 |
| 19 | 3 | 07.3 | 19 | 3.1 | 49 | 8.0 | 19 | 3 | 06.8 |
| 20 | | 17.1 | 20 | 3.3 | 50 | 8.2 | 20 | | 16.6 |
| 21 | | 27.0 | 21 | 3.4 | 51 | 8.4 | 21 | | 26.4 |
| 22 | | 36.8 | 22 | 3.6 | 52 | 8.5 | 22 | | 36.2 |
| 23 | | 46.7 | 23 | 3.8 | 53 | 8.7 | 23 | | 46.1 |
| 24 | 3 | 56.6 | 24 | 3.9 | 54 | 8.9* | 24 | 3 | 55.9 |
| | | поправка | 25 | 4.1 | 55 | 9.0 | | | поправка |
| | | додається | 26 | 4.3 | 56 | 9.2 | | | віднімається |
| | | | 27 | 4.4 | 57 | 9.4* | | | |
| | | | 28 | 4.6 | 58 | 9.5 | | | |
| | | | 29 | 4.8 | 59 | 9.7 | | | |
| | | | 30 | 4.9 | 60 | 9.9 | | | |

Примітка. Для поправок перетворення зоряного часу на середній, позначених зірочками, значення треба зменшити на 0.1 с. Поправки за проміжки секунд такі: до 18 с — 0.0 с; від 18 до 54 с — 0.1 с; понад 54 с — 0.2 с.

Таблиця 50

ШИРОТИ ТА ДОВГОТИ ДЕЯКИХ МІСТ УКРАЇНИ

| Місто | Широта | | Довгота | |
|-----------------------|--------|----|---------|------|
| | ° | ' | год | хв |
| Бердянськ | 46 | 46 | 2 | 27.2 |
| Вінниця | 49 | 14 | 1 | 54.0 |
| Дніпро | 48 | 30 | 2 | 20.0 |
| Донецьк | 47 | 59 | 2 | 31.3 |
| Житомир | 50 | 16 | 1 | 54.7 |
| Запоріжжя | 47 | 48 | 2 | 20.7 |
| Івано-Франківськ | 48 | 56 | 1 | 38.8 |
| Ізмаїл | 45 | 20 | 1 | 55.3 |
| Ізюм | 49 | 13 | 2 | 29.1 |
| Кам'янець-Подільський | 48 | 41 | 1 | 46.1 |
| Київ | 50 | 27 | 2 | 02.0 |
| Кропивницький | 48 | 30 | 2 | 09.1 |
| Ковель | 51 | 12 | 1 | 38.8 |
| Коростень | 50 | 57 | 1 | 54.5 |
| Кременчук | 49 | 02 | 2 | 13.7 |
| Луганськ | 48 | 35 | 2 | 37.5 |
| Луцьк | 50 | 45 | 1 | 41.3 |
| Львів | 49 | 51 | 1 | 36.1 |
| Мелітополь | 46 | 51 | 2 | 21.5 |
| Миколаїв | 46 | 58 | 2 | 07.9 |
| Мукачеве | 48 | 26 | 1 | 31.2 |
| Ніжин | 51 | 03 | 2 | 07.6 |
| Новгород-Сіверський | 52 | 01 | 2 | 13.1 |
| Одеса | 46 | 28 | 2 | 02.9 |
| Полтава | 49 | 36 | 2 | 18.3 |
| Рівне | 50 | 35 | 1 | 44.5 |
| Ромни | 50 | 45 | 2 | 13.9 |
| Севастополь | 44 | 37 | 2 | 14.0 |
| Сімферополь | 44 | 58 | 2 | 16.5 |
| Старобільськ | 49 | 17 | 2 | 35.7 |
| Суми | 50 | 53 | 2 | 19.1 |
| Тернопіль | 49 | 34 | 1 | 42.4 |
| Ужгород | 49 | 38 | 1 | 29.2 |
| Умань | 48 | 45 | 2 | 00.9 |
| Феодосія | 45 | 02 | 2 | 21.5 |
| Харків | 49 | 58 | 2 | 25.0 |
| Херсон | 46 | 38 | 2 | 10.5 |
| Хмельницький | 49 | 24 | 1 | 47.9 |
| Черкаси | 49 | 27 | 2 | 08.3 |
| Чернівці | 48 | 17 | 1 | 43.8 |
| Чернігів | 51 | 29 | 2 | 05.2 |
| Ялта | 44 | 30 | 2 | 16.7 |

ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ

Лічба часу

В астрономічних щорічниках, зокрема в «Астрономічному календарі», уживають різні системи відліку часу (земний, усесвітній, місцевий, зоряний).

Земний час TT застосовують як аргумент видимих геоцентричних ефемерид. Його введено 1991 р. відповідно до резолюції МАС замість земного динамічного часу TDT . Для обчислення барицентричних ефемерид тіл Сонячної системи вживається барицентричний динамічний час TDB . Згідно з термінологією загальної теорії відносності час TT відповідає власному часові, а час TDB — координатному. Ці часові шкали відрізняються лише періодичним членом, амплітуда якого менша від 0.002^s .

З 1960 р. (і до 1986 р.) основним аргументом ефемерид в астрономічних щорічниках був ефемеридний час T_e , а до 1960 р. — усесвітній час T_B , тобто гринвіцький середній час. Різницю між ефемеридним і всесвітнім часом визначали зі спостережень за рухом Місяця, а наближене її значення — екстраполяцією. Земний час TT за своїм фізичним змістом практично збігається з ефемеридним часом T_e , тому можна записати співвідношення: $T_e - T_B = TT - T_B$. Для 2021 р. різниця дорівнює наближено 78 с.

Термін «місцевий час» означає не той час, яким ми користуємось у повсякденному житті і який відлічують наші годинники. Цей час зветься поясним часом $T_{\text{п}}$. Місцевий середній час T визначають за положенням середнього Сонця на небі відносно місцевого меридіану й він буде різним для різних місць земної поверхні. Наприклад, для двох пунктів із однією й тією ж широтою (припустімо, $\varphi = 50^\circ 25'$), але віддалених у напрямку схід—захід приблизно на 300 м різниця місцевого часу дорівнюватиме 1 с. Унаслідок нерівномірного руху Сонця по екліптиці, а також через нахил екліптики до екватора видимий рух Сонця не є рівномірним. Тому було запроваджено так зване середнє екваторіальне Сонце, центр якого рухається рівномірно по небесному екватору. Повний оберт воно робить за той же час, за який здійснює повний оберт Сонце по екліптиці. Місцевий середній сонячний час T_i справжній сонячний час T_{icm} пов'язані формулою $T = T_{icm} + \eta$, де η — так зване рівняння часу (величини η подано в табл. 1).

Гринвіцький зоряний час S визначають за положенням на небі точки весняного рівнодення відносно гринвіцького меридіану, місцевий зоряний час s — відносно місцевого меридіану.

Залежність між T , T_B , T_{Π} така: $T = T_B + \lambda$, де λ — довгота місця, додатна на схід (широти й довготи деяких міст України подано в табл. 50); $T_{\Pi} = T_B + Z$; $T_{\Pi} = T + (Z - \lambda)$, де Z — номер годинного поясу.

Зоряний час s у момент місцевого середнього часу T обчислюють за формулою

$$s = S_0 + T + 9.86(T - \lambda), \quad (1)$$

де S_0 — гринвіцький зоряний час у 0 год усесвітнього часу для відповідної дати (його подано в табл. 1); різницю $(T - \lambda)$ треба брати в годинах, тоді добуток дістаємо в секундах.

Наближено, з точністю 3—5 хв, зоряний час у момент T_{Π} для України можна вирахувати за формулою $s = T_{\Pi} + 2N + \lambda - 21.4$ год, де N — десятковий дріб, цілою частиною якого є порядковий номер місяця у році, а дробовою — частка місяця, яка визначається заданим числом. Якщо даний місяць передє вересневі (у календарному році), то N треба збільшити на 12. Наприклад, для 10 березня $N = 15.3$, бо березень — третій місяць року й передє вересневі, а число 10 становить 0.3 місяця; для 21 жовтня $N = 10.7$. Для Києва ($\lambda = 2$ год 2 хв) подана вище формула має вигляд

$$s = T_{\Pi} + 2N - 19.4 \quad \text{або} \quad s = T + 2N - 19.4 \quad (2)$$

(s дістаємо в годинах).

Приклад. Щоб визначити для Києва ($\lambda = 2$ год 2 хв) зоряний час 25 січня 2021 р. в момент $T = 9$ год 09 хв 21 с, виписуємо з ефемеридної частини календаря (табл. 1) гринвіцький зоряний час у 0 год усесвітнього часу для 25 січня $S_0 = 8$ год 18 хв 06 с, обчислюємо різницю $(T - \lambda) = 7$ год 07 хв 21 с = 7.1 год, потім добуток $9.86(T - \lambda) = 70$ с = 1 хв 10 с. За формулою (1) матимемо зоряний час $s = 8$ год 18 хв 06 с + 9 год 09 хв 21 с + 1 хв 10 с = 17 год 28 хв 37 с. За формулою (2) дістанемо: $s = 9.2 + 2(1.8 + 12) - 19.4 = 17.4$ год.

У таблиці-календарі, крім даних, які не потребують пояснень, наведено ще безперервний лік діб від 12 год 1 січня 4713 р. до н. е., тобто так звані юліанські дні (їх подано для 0 год усесвітнього часу). Вони мають дробову частину, оскільки початкові моменти календарних дат і юліанських діб відрізняються на 12 год. Кожна нова календарна дата починається опівночі (у середню північ). Астрономи ж, щоб не відбувалася зміна дати під час нічних спостережень, уважали за початок доби середній полудень, але в 1925 р. й вони перейшли на громадянський лік діб від середньої півночі. Однак юліанські доби й далі відлічують від середнього гринвіцького полудня.

Схід і захід Сонця

У табл. 2 подано на кожну четверту добу року моменти сходу та заходу Сонця за місцевим часом на широті 50° . У табл. 3 вміщено (для кожної восьмої доби року) поправки цих моментів для пунктів з іншою широтою. Для проміжних дат і широт відповідні моменти та поправки до них здобувають інтерполяцією. Поправки для моментів сходу беруть із табличним знаком, для моментів заходу — із протилежним знаком. Потім за поданими вище формулами можна перейти від місцевого часу до поясного.

Приклад. Треба взяти моменти сходу та заходу Сонця в Ізмаїлі 5 серпня. З табл. 2 дізнаємося, що цього дня на широті 50° схід Сонця (за місцевим часом) припадає на 4 год 35 хв, а захід — на 19 год 36 хв. У табл. 50 маємо для Ізмаїла $\varphi = 45^\circ 20'$, $\lambda = 1$ год 55.3 хв. За табл. 3 поправка на широту становитиме +14.0 хв для моменту сходу та -14.0 хв для моменту заходу. Отже, за місцевим часом Сонце зійде в Ізмаїлі о 4 год 49 хв, зайде о 19 год 22 хв; за київським часом момент сходу буде 4 год 49.0 хв - 1 год 55.3 хв + 2 год = 4 год 53.7 хв, момент заходу: 19 год 22.0 хв - 1 год 55.3 хв + 2 год = 19 год 26.7 хв. За літнім часом моменти сходу та заходу будуть відповідно 5 год 53.7 хв та 20 год 26.7 хв.

Схід, кульмінація та захід Місяця

У табл. 6 подано моменти (за місцевим часом) сходу та заходу верхнього краю Місяця, кульмінацій центра диска Місяця в пункті з координатами $\varphi = 50^\circ$, $\lambda = 2$ год 02 хв; величини v — зміни цих моментів (для сходу та заходу — у хвилинах, для кульмінацій — у секундах) на одну годину довготи; азимути точок сходу та заходу верхнього краю місячного диска.

Щоб одержати моменти сходу та заходу для інших місць, треба до табличних величин додати дві поправки: на широту $\Delta\varphi$, яку беруть у табл. 7, і на довготу, котру обчислюють за формулою $\Delta\lambda = v(\lambda - 2.033)$. Довготу й широту місця можна брати або з табл. 50, або з географічної карти, уважаючи східну довготу додатною.

Приклад. Треба взяти моменти сходу, заходу й кульмінації Місяця в Ялті 12 листопада. На широті 50° Місяць сходить у цей день (див. табл. 6) о 14 год 16 хв ($v = -0.9$). З табл. 50 берімо координати Ялти: $\varphi = 44^\circ 30' = 44.5^\circ$; $\lambda = 2$ год 16.7 хв = 2.278 год, різниця довгот буде $2.278 - 2.033 = 0.245$. Обчислюємо поправку за довготу: $\Delta\lambda = (-0.9)(0.245) = -0.2$ хв. Поправку $\Delta\varphi$ інтерполюємо з табл. 7, вона дорівнюватиме -14.0 хв. Отже, за місцевим часом Місяць зійде в Ялті

12 листопада о 14 год 16 хв $- 0.2$ хв $- 14.0$ хв $= 14$ год 01.8 хв. За київським часом: 14 год 01.8 хв $- 2$ год 16.7 хв $+ 2$ год $= 13$ год 45 хв. На широті 50° Місяць 12 листопада не заходить, тож розгляньмо моменти заходу 11 та 13 листопада $- 22$ год 52 хв та 0 год 09 хв. Поправки за широту для цих дат будуть відповідно $+18.5$ хв та $+13.0$ хв. Отже, за місцевим часом Місяць зайде в Ялті 11 листопада о 22 год 52 хв $- 0.2$ хв $+ 18.5$ хв $= 23$ год 10.3 хв, а 13 листопада $-$ в 0 год 09 хв $- 0.2$ хв $+ 13.0$ хв $= 0$ год 21.8 хв. За київським часом: 11 листопада $- 23$ год 10.3 хв $- 2$ год 16.7 хв $+ 2$ год $= 22$ год 53.6 хв, 13 листопада $- 0$ год 21.8 хв $- 2$ год 16.7 хв $+ 2$ год $= 0$ год 05.1 хв. Отже, Місяць, що зійшов в Ялті 12 листопада зайде вже 13 листопада.

Щоб дістати момент кульмінації, треба до табличного моменту додати лише поправку на довготу. З табл. 6 виписуємо годинну зміну моменту кульмінації $v = -118.3$ с, обчислюємо поправку $\Delta\lambda = (-118.3)(\lambda - 2.033) = (-118.3)(0.245) = -29$ с, додаємо її до табличного моменту 19 год 07 хв 20 с і маємо 19 год 06 хв 51 с за місцевим часом. Щоб мати момент кульмінації за київським часом, треба знати довготу місця спостереження з точністю до секунди.

Ефемериди для фізичних спостережень Сонця та Місяця

Ефемериди для фізичних спостережень Сонця (табл. 13) і Місяця (табл. 14) містять на 0 год усвітнього часу такі величини:

l, b — селенографічні довгота й широта Землі або центра диска Місяця, який видно з центра Землі;

$90^\circ - l_\odot, b_\odot$ — доповнення селенографічної довготи та селенографічна широта Сонця;

P — позиційний кут проекції осі обертання; його відлічують для Сонця — на схід від північної точки диска (знак $+$) або на захід (знак $-$), для Місяця — тільки на схід від 0 до 360° ;

B_0, L_0 — геліографічні широта й довгота центра сонячного диска. Величина B_0 додатна, коли північний полюс Сонця можна бачити із Землі, і від'ємна, коли цей полюс із Землі не видно. Довготу L_0 відлічують на захід, тобто в напрямку обертання Сонця. За добу довгота зменшується на 13.2° ;

T — позиційний кут термінатора (кут між лінією кінців серпа Місяця та колом схилень, який проходить через центр диска Місяця);

Φ — кут фази Місяця (кут між напрямками на центри Сонця та Землі з вершиною в центрі Місяця);

k — величина, що характеризує освітленість диска Місяця; кількісно вона дорівнює освітленій частці того місячного діаметра, який є перпендикуляром до лінії серпа.

Між кутом фази Φ і величиною k існує таке співвідношення:

$$k = \cos^2(\Phi/2).$$

Планети

Цей розділ містить опис умов видимості планет на небі впродовж року; відомості про планетні конфігурації (табл. 15); сполучення планет (табл. 16); сполучення планет із Місяцем (табл. 17). У розділі подано також координати, зоряні величини та видимі діаметри планет, їхні фази, фазові кути, моменти сходу, заходу, кульмінації (табл. 18), тривалості видимості (табл. 19 і 20), геліоцентричні довготи планет та їхні відстані від Землі та Сонця (табл. 21). Для Юпітера і Сатурна приведено лише екваторіальні діаметри D_e , бо полярні можна обчислити за формулами:

для першої планети $D_p = 0.9333D_e$;

для другої планети $D_p = 0.8948D_e$.

Планетними конфігураціями називають положення планет на небі відносно Сонця (точно кажучи — просторові положення планет відносно Сонця та Землі). Під час сполучення планети зі Сонцем різниця їхніх екліптичних довгот дорівнює нулевій, під час протистояння 180° . Моменти сполучення планети з Місяцем (або однієї планети з іншою) — це моменти, коли їхні прямі піднесення однакові. Під час елонгації (для Меркурія та Венери) планета перебуває на найбільшому кутовому віддаленні (на небі) від Сонця. Моменти стояння планет — це моменти, коли швидкість зміни їхніх прямих піднесенень дорівнює нулю.

Тривалість видимості планети — це час між кінцем громадянських примерків і заходом планети (для вечірньої видимості) або між сходом планети й початком ранкових примерків (для ранкової видимості). Таким чином, у табл. 19 і 20 наведено видимість планет після настання темряви та перед світанням, тобто на темному небі. Подані в таблицях моменти сходу та заходу планет обчислено для широти $\varphi_0 = 50^\circ$. Щоб узнати ці моменти для пунктів з іншою широтою φ , треба вирахувати поправку $\Delta\varphi(\varphi - \varphi_0)$ і додати її зі своїм знаком до табличного моменту сходу (від моменту заходу її треба віднімати).

У цьому ж розділі подано конфігурації чотирьох супутників Юпітера, тобто їхнє розташування відносно диска планети-гіганта.

У табл. 23 мінімальну геоцентричну відстань наведено для періоду 1950—2050 рр., а максимальний кутовий екваторіальний діаметр планети відповідає наведеній у таблиці мінімальній геоцентричній відстані; V — візуальна зоряна величина планети на відстані 1 а. о. від Землі та від Сонця і для фазового кута, який дорівнює нулевій; V_0 —

середня зоряна величина в опозиції, причому для Сатурна фотометричні величини подано лише для диска планети (без кілець).

Змінні зорі

Табл. 29—33 та 46—48 призначено для складання програми спостережень змінних зір і для дальшої обробки виконаних спостережень.

За допомогою табл. 46—48 перетворюють моменти всесвітнього часу T_B у дні та частки доби юліанського періоду, а також виконують зворотнє перетворення. Слід пам'ятати, що нульовий день будь-якого місяця — це останній день того місяця, який передє даному. Наприклад, нульовий день лютого — 31 січня, нульовий день березня — це 28 лютого у звичайному році та 29 лютого у високосному.

Приклад 1. Треба визначити юліанський день і частку доби, що відповідають моментові 2021 р. 25 січня 10 год 20 хв за всесвітнім часом. Із табл. 48 довідаємося, що до полудня нульового дня січня 2021 р. минуло 2459215 юліанських діб. Додавши 25, матимемо 2459240 — кількість юліанських діб до півдня 25 січня. Різницю (10 год 20 хв — 12 год = —1 год 40 хв) перетворюємо за допомогою табл. 47 у частки доби:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ год } 00 \text{ хв} = 0.0417 \text{ доби} \\ 40 \text{ хв} = 0.0278 \text{ доби} \\ \hline 1 \text{ год } 40 \text{ хв} = 0.0695 \text{ доби.} \end{array}$$

Отже, дістаємо шуканий юліанський день і частку доби: $2459240 - 0.0695 = 2459239.9305$.

Приклад 2. Знайдімо момент, який відповідає юліанському дневі JD2459308.3456. Із табл. 48 дізнаємося про найближче найменше число 2459305. Воно відповідає нульовому дневі квітня 2021 р. Тому дата дорівнює різниці $2459308 - 2459305 = 3$, тобто маємо 2021 р. 3 квітня 12 год. За табл. 46 матимемо:

$$\begin{array}{r} 0.3 \text{ доби} = 7 \text{ год } 12 \text{ хв;} \\ 0.04 \text{ доби} = 57 \text{ хв } 36 \text{ с;} \\ 0.005 \text{ доби} = 7 \text{ хв } 12 \text{ с;} \\ 0.0006 \text{ доби} = 52 \text{ с} \\ \hline 0.3456 \text{ доби} = 8 \text{ год } 17 \text{ хв } 40 \text{ с.} \end{array}$$

Таким чином, юліанський день 2459308.3456 відповідає моментові 2021 р. 3 квітня 12 год + 8 год 17 хв 40 с за всесвітнім часом, тобто 3 квітня 20 год 17 хв 40 с.

У табл. 29 і 30 наведено так звані елементи змінних зір — початкові моменти максимуму чи мінімуму блиску за юліанським ліком діб.

Таблиці дають змогу обчислити ефемериду, тобто розклад моментів. Для цього треба до початкового моменту M_0 додати потрібне ціле число періодів P згідно з формулою $M = M_0 + P \cdot E$, де E — ціле число.

У табл. 30 прийнято такі позначення: M — зоряна величина в максимумі; m_1 — зоряна величина в первинному мінімумі; m_2 — у вторинному мінімумі; D (год) — тривалість затемнення; d (год) — тривалість повної фази затемнення. Риски в колонках m_2 , D , d значать, що відповідна інформація відсутня в «Загальному каталозі змінних зір» («Общий каталог переменных звезд»).

Знаходження широти й азимута за Полярною зорею

Широта місця спостереження дорівнює висоті небесного полюса над горизонтом. Оскільки Полярна зоря міститься поблизу північного полюса неба, то її висота над горизонтом відрізняється від широти місця на невелику поправку. Цю поправку беремо з табл. 44 за аргументом «зоряний час S » і додаємо до вимірної за допомогою теодоліта висоти Полярної зорі. Спостережену висоту треба виправити за рефракцію.

Приклад. Виправлена за рефракцію висота Полярної зорі, спостереженої о 19 год 56 хв зоряного часу, становить $44^\circ 50'$. Поправка висоти Полярної для цього моменту дорівнює $+10'$. Отже, широта місця $\varphi = 44^\circ 50' + (+10') = 45^\circ 00'$.

Геодезичний азимут предмета (кут між напрямком на цей предмет і північним напрямком меридіану місця спостереження з вершиною в точці спостереження) визначають за формулою:

$$A = M_K - M - A_3 = M_K - M + A_C,$$

де A — азимут предмета; M_K — середнє з двох відліків горизонтального круга теодоліта у двох положеннях труби («круг право» та «круг ліво») під час наведення на предмет; M — середнє з відліків під час наведення на Полярну зорю; A_3 , A_C — азимуты Полярної зорі (західний і східний відповідно).

Азимуты Полярної зорі наведено в таблиці за аргументами «зоряний час S » і «широта φ ». Азимуты вимірюють від точки півночі, вони будуть західними A_3 , якщо S міститься в таблиці ліворуч, і східними A_C , якщо S — праворуч.

Приклад. О 19 год 56 хв за зоряним часом на широті $45^\circ 00'$ азимут Полярної зорі становитиме $54'$, східний.

Рефракція

Унаслідок рефракції світловий промінь викривлюється в земній атмосфері, тому нам здається, що світила перебувають не на тій висоті, на якій вони містяться насправді. Якщо ми бачимо світило на не-

бесній сфері на висоті h над горизонтом, то справжня висота буде менша від неї на величину рефракції. Біля самого горизонту величина рефракції стає такою великою, що ми бачимо Місяць і Сонце повністю над горизонтом, тоді як насправді вони перебувають під ним. В ефемеридах сходу та заходу Місяця й Сонця цей вплив рефракції враховано: у таблицях подано моменти видимого сходу та заходу.

У табл. 45 наведено величину середньої рефракції, яка відповідає температурі повітря 0°C й атмосферному тискові 760 мм рт. ст. Поправки до середньої рефракції для інших величин температури повітря й атмосферного тиску визначають за додатковою таблицею.

ЕКЗОПЛАНЕТИ БІЛЯ ЗІР НАШОЇ ГАЛАКТИКИ

А.П. ВІДЬМАЧЕНКО

доктор фізико-математичних наук, професор
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

ВСТУП

Наявність планет, подібних до Землі, навколо зір передбачали давно. Нагадаймо, що Дж. Бруно (1548—1600) вважав, що нас оточує нескінченний Всесвіт та існує незліченна кількість світів, схожих з нашим, а зорі — це віддалені сонця, і навколо кожного з них є багато поки що невідомих нам об'єктів. Узявши до уваги розмір відомої нам частини Всесвіту, згідно з теорією ймовірності можна зробити незаперечний висновок щодо того, що наша Сонячна система не має бути унікальним утворенням. За приблизними оцінками у Всесвіті може налічуватися понад 50 млн галактик, у кожній з яких перебуває по декілька трильйонів зір. Оскільки Всесвіт існує понад 13.65 млрд років, то щогодини в ньому мало б сформуватися приблизно 1 млн планетних систем. Питання щодо виявлення їх тривалий час залишалося відкритим. І лише сучасні астрономічні методи дали змогу як посередньо, так і безпосередньо підтвердити наявність екзопланет.

Робоча група Міжнародного астрономічного союзу (МАС) рекомендувала для екзопланет такі критерії. До них відносять об'єкти, маса котрих недостатня, щоб запустити термоядерний синтез дейтерію, а отже, менша від тринадцяти мас Юпітера ($M_{\text{Юп}}$) за сонячної металічності, і котрі обертаються довкола зір чи зоряних залишків. Або ж це — міжзоряні об'єкти масою, дещо більшою від мінімальної потрібної для початку термоядерного синтезу дейтерію («коричневі карлики»), безвідносно до того, де вони розташовані та як сформувалися. Масу, що дорівнює $(75—80) \cdot M_{\text{Юп}}$, вважають деякою границею, що розмежовує звичайні зорі та коричневі карлики.

ВИЯВЛЕННЯ ПЕРШИХ ЕКЗОПЛАНЕТ

Відомий астроном О. Струве в 1952 р. запропонував одну з перших *методик спектроскопічного пошуку* екзопланет. Проте тогочасний малоефективний інструментарій не давав змоги повноцінно реалізувати задум ученого. Наприкінці 1960-х рр. були введені в дію перші потужні радіотелескопи. Саме за їхньою допомогою були відкриті точкові джерела високочастотного радіовипромінювання (пульсари). Невдовзі їх ототожили з нейтронними зорями. Найперший відкритий пульсар отримав назву LGM-1 (від англійського «Little Green Men» — «маленькі зелені чоловічки»). У 1991 р. польський радіоастроном А. Вольшан, вивчаючи відкритий ним ще один пульсар PSR 1257+12 із радіотелескопом в обсерваторії Аресібо, зареєстрував періодичні зміни частоти надходження імпульсів від нього. Аналізуючи кількісмісячні спостереження, він дійшов висновку, що цей пульсар оточують як мінімум три планети (маса кожної становить декілька мас Землі) на відстанях близько 1 а. о. від зорі. За спостереженнями з іншим радіотелескопом канадському радіоастроному Д. Фрейлу вдалося підтвердити це відкриття. Другого січня 1992 р. А. Вольшан і Д. Фрейл спільно опублікували свої дослідження, пояснивши зареєстровані збурення впливом планет із масами 2.8 та 3.4 земної. Наступні, виконані в 1994 р., спостереження дали вченим змогу виявити там ще й третю планету, з масою удвічі більшою від маси Місяця. А на початку 2005 р. вони оголосили про відкриття ще четвертої планети, котра перебуває на відстані близько 4 а. о. і має масу, дещо меншу від маси карликової планети Церери. Вдалося також відкрити ще два аналогічних об'єкти — PSR J1719-1438 b й PSR B1620-26 b, котрий назвали Мафусайлом через величезний вік — 12.7 млрд років; ці планетні тіла мали великі півосі близько 23 а. о.

Нагадаймо, що ще в 1980-х рр. декілька наукових колективів розпочали систематично визначати за допомогою спектрометрів швидкості зір у найближчому оточенні Сонця з метою пошуку екзопланет. Так, у 1987 р. американські астрономи Дж. Марсі з університету Каліфорнії (Берклі) й П. Батлер (Інститут Карнегі, Вашингтон) розпочали в Лікській обсерваторії тривалі програми спостережень 120 найближчих зір сонячного типу та дещо холодніших; а вже до середини 1990-х вибірка зір була розширена до 1330 (точність вимірювань променевої швидкості становила близько 3—4 м/с). Проте вчені вважали, що орбіти можливих екзопланет будуть схожими з орбітами планет у Сонячній системі, тому просто відкидали періоди, які були менші від одного місяця. У 1993 р. до таких досліджень долучилися М. Майор і Д. Келос із Женеви. Вони за допомогою 1.93-м телескопа

в Обсерваторії Верхнього Провансу (Франція) розпочали вимірювання променевої швидкості майже сотні зір до 8^m з похибкою приблизно 15 м/с. І вже у вересні 1994 р. для зорі 51 Peg їм вдалося виявити зміни радіальної швидкості з амплітудою 60 м/с та періодом 4.23 доби, про що вони повідомили 6 жовтня 1995 р. Ці дані відповідають схожій на Юпітер планеті, котра перебуває недалеко від центрального світила: так званий гарячий Юпітер. Саме за відкриття цього нового планетного тіла цим двом дослідникам у 2019 р. було присуджено Нобелівську премію з фізики — «за внесок в наше розуміння еволюції Всесвіту і місця Землі в космосі». Вони розділили цю премію з Дж. Піблсом, професором Принстонського університету (США). А тоді їхні висновки зумовили кількатижневу дискусію щодо реальності існування такого типу об'єктів. Кінець дискусії поклали Дж. Марсі й П. Батлер, які виявили схожі коливання за своїми ранішими спостереженнями. А «свою» першу планету вони відкрили 30 грудня 1995 р.

На перших порах виявляли переважно екзопланети саме такого типу. Хоча більша частина різних теорій утворення планет передбачала, що газові планети-гіганти формуються на великій відстані від зорі. Проте після того, як кількість планет стала обчислюватися сотнями, стало зрозумілим, що такі гарячі гіганти є в космосі радше винятком, аніж нормою. Переважна кількість відомих екзопланет є газовими гігантами, котрі більше схожі на Юпітер, ніж на Землю. Очевидно, що це слід пояснити обмеженістю методики виявлення їх. Адже легше виявляти саме короткоперіодичні та масивні планети. У наш час активно досліджують понад 3000 найяскравіших і найближчих до Сонця зір спектральних класів від А до М із похибкою визначення доплерівської швидкості до 1 м/с. Наприкінці 2019 р. повна кількість екзопланет нашої Галактики становила, за оцінками, не менше, ніж 100 млрд, із котрих 5—20 % можуть бути «землеподібними». Також вважають, що до третини зір, подібних до Сонця, мають планети земного типу в населеній зоні. Станом на 1.03.2020 у 3105 планетних системах є 4187 підтверджених екзопланет, причому 681 система має понад одну планету.

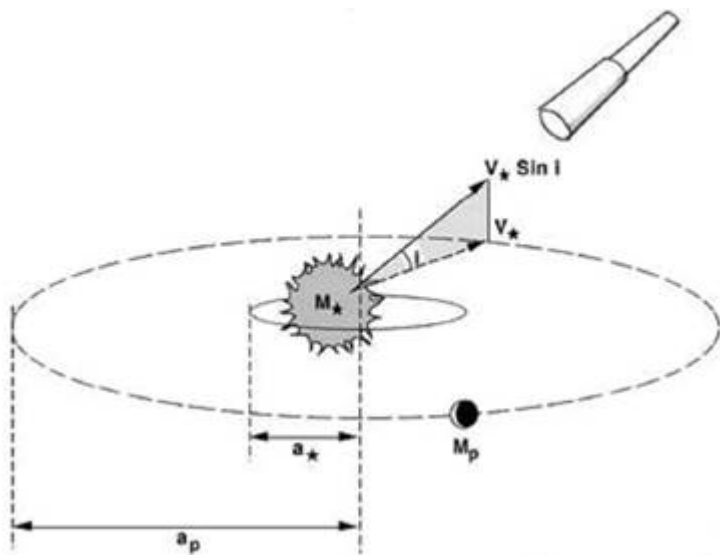
Переважна кількість відкритих екзопланет була виявлена із використанням непрямих методів детектування. Усім нововідкритим планетам надають назви, котрі складаються з назви зорі та малої літери латинського алфавіту, починаючи з «b» (наприклад, 51 Пегаса b). Кожній наступній відкритій планеті надають наступну літеру: «c», «d» і далі згідно з алфавітом («a» не використовують, оскільки таку назву мала б сама зоря). Відмітьмо, що планети називають у міру їхнього відкриття. Тому планета «c» може бути ближчою до центра системи, ніж планета «b», бо вона була відкрита пізніше. Якщо ж відкриття

планет відбулося одночасно в одній системі, то назву надають за ступенем віддалення від зорі. Проте був і виняток. Наприклад, до відкриття планет у системі 51 Пегаса першими були виявлені в 1995 р. планети біля пульсара PSR 1257+12, котрі назвали PSR 1257+12 B і PSR 1257+12 C. Після виявлення наступної, ближчої до зорі планети її назвали PSR 1257+12 A, а не D. Проте згодом, щоб уникнути плутанини, й ці планети було перейменовано відповідно до сучасної системи найменування планет. Деякі з екзопланет неофіційно отримували ще й додаткові «прізвиська» (наприклад, 51 Пегаса b також назвали «Беллерофонт»). Надання власних імен планетам спочатку вважали непрактичним. Але в 2015 р. МАС провів голосування щодо вибору назв для найвідоміших екзопланетних систем. За його результатами надали власні імена 31 екзопланеті та 14 центральним зорям.

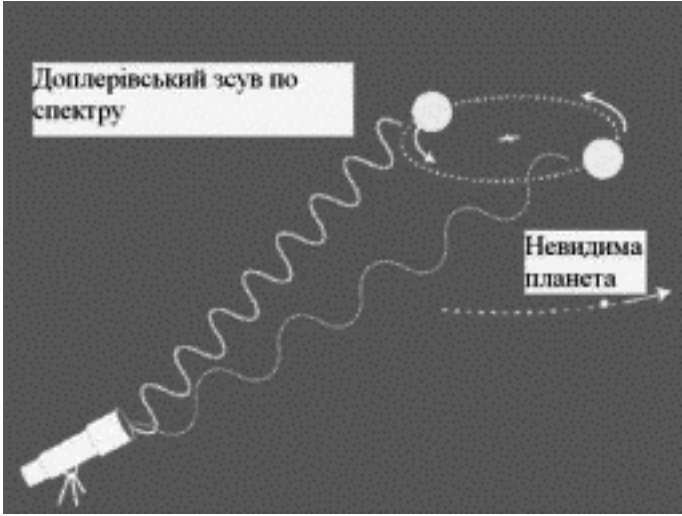
МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІ НАВКОЛОЗОРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ

Понад півстоліття тому **астрометричний метод** став першим методом, яким розпочали пошук планет поза Сонячною системою. Він ґрунтується на спостереженнях за змінами власних рухів зорі, зумовленими гравітаційним впливом планетного тіла. За допомогою астрометричного методу виявили певну кількість подвійних зір та уточнили маси низки можливих екзопланет. Однак є тільки одне підтвержене відкриття: HD176051 b у сузір'ї Ліри. Майбутнє методу пов'язане з космічними місіями, такими як Gaia. У цьому методі для визначення власних рухів вибраних зір використовують як своєрідні реперні точки зорі, розташовані поруч. Ідея методики базується на факті, що за наявності масивного тіла, котре обертається довкола досліджуваної зорі, буде спостерігатися її видиме зміщення у картинній площині щодо спільного центра мас. У 1980-х рр. було зроблено першу ґрунтовну спробу пошуків планет біля однієї з найближчих зір — зорі Барнарда, для котрої характерний найбільший власний рух (понад $10''$ /рік). Проаналізувавши фотографії, отримані в 1916—1962 рр., П. Ван де Камп повідомив про можливе виявлення двох планет із масами близько маси Юпітера. Проте пізніші астрометричні спостереження за допомогою Космічного телескопа Габбла (КТГ) (з похибкою $0.001''$) не виявили помітних змін. Стало зрозуміло, що наземні та неспеціалізовані космічні обсерваторії не в змозі виявити планети цим методом навіть біля найближче розташованих зір.

Спектрметричне вимірювання радіальних швидкостей зір (метод Допплера) — є однією з найпродуктивніших методик. За її допомогою можна виявляти планети, розташовані поряд із зорею, з масами, не меншими від кількох мас Землі M_3 , та планети-гіганти з періодами



a



б

Рис. 1. Врахування зміщення складової швидкості по лінії, яка з'єднує зорю і спостерігача (a); схема утворення доплерівського зсуву спектральних ліній у разі обертання двох тіл навколо спільного барицентру (б)

обертання у десятки років. Такі планети обертаються довкола зорі, немовби розгойдують її, що дає можливість спостерігати періодичний доплерівський зсув спектральних ліній по спектру. Деякі з планет змогли підтвердити ще й **астрометричним методом** і **мікролінзуванням**, а також проспостерігати під час їхнього **проходження перед дисками центральних зір**. Нагадаймо, що радіальна швидкість V_R враховує тільки складову швидкості під час її зміщення по лінії, котра з'єднає зорю і спостерігача (рис. 1, *a*). Якщо зоря наближається до Землі, то її спектр зміщується у короткохвильову частину (синє зміщення), і швидкості приписують від'ємний знак; а якщо зоря віддаляється, то спектр зміщується до червоного краю (червоне зміщення), і швидкість є додатною (рис. 1, *б*). Таким чином, спостерігаючи зсув спектральних деталей, можна визначити напрям зміщення зорі. Якщо планетні тіла обертаються навколо зорі, то її розташування у просторі буде зміщуватися щодо центра маси усієї системи; тому спектр системи періодично зсуватиметься то в червону, то в синю ділянку. Оскільки збурення радіальної швидкості дуже мале, і його важко зареєструвати, то наявна на сьогодні точність визначення орбітальних швидкостей становить приблизно 1 м/с.

Безпосередні знімки екзопланет. Через величезний контраст яскравості між зорею та планетою дуже складно побачити поряд розташовану планету. У листопаді 2008 р. було опубліковано дві роботи про відкриття, зроблені за допомогою цього методу не за відбитим світлом зорі, а за власним тепловим випромінюванням. Через рік — виявили ще одну. У пошуках лідирують космічні апарати «Джеміні» та «Субару» й «Дуже Великий Телескоп» (ДВТ). Прямий метод у видимому світлі базується на реєстрації поряд із зорею слабкосвітних тіл. Це вдалося реалізувати на ДВТ і КТГ (рис. 2).

Так, супутник зорі з позначенням Gliese 229 b обертається на середній відстані 44 а. о. Його масу оцінено у 20—60 $M_{Юп}$, і його можна вважати коричневим карликом. На 21.06.2012 отримано безпосередні знімки для 31 екзопланети з масами 3—21.5 $M_{Юп}$; причому довкола зорі HR 8799 сфотографували аж чотири планетні об'єкти. Оскільки цей метод дає найкращі результати для планет, що віддалені від зір на 10—100 а. о., та ще й доволі гарячих через тепло, котре залишилося після утворення їх, то такий метод застосовують для пошуків планет навколо молодих зір. Сподіваються, що космічний телескоп ім. Дж. Вебба з величезним дзеркалом (діаметр 6.5 м) та завдяки високій роздільній здатності зможе безпосередньо виявляти планети, а також детально вивчати склад їхніх атмосфер.

У квітні 2004 р. міжнародна команда спеціалістів на чолі з Г. Шо-веном за допомогою ДВТ отримала в інфрачервоному (ІЧ) діапазоні

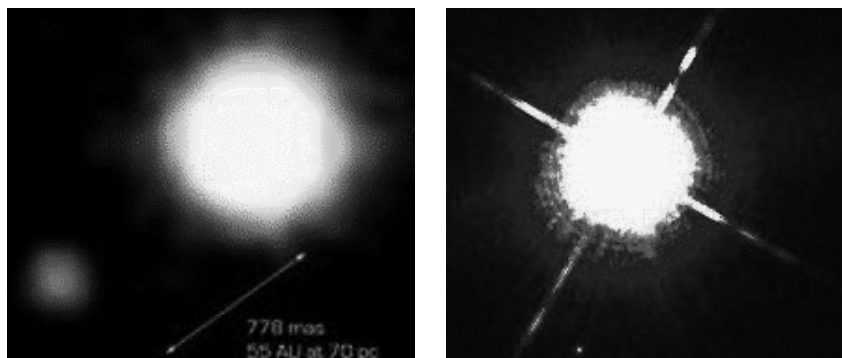


Рис. 2. Ліворуч — перше зображення екзопланети, отримане ДВТ 10.09.2004. Праворуч — фото супутника зорі Gliese 229, отримане КТГ

зображення ймовірної екзопланети, що оберталася на відстані 55 а. о. навколо коричневого карлика 2M1207 у сузір'ї Гідри. Об'єкт 2M1207 б розташований за 172 св. роки від Землі й має масу $(1-8)M_{\text{Юп}}$ з температурою на поверхні 1000–1500 К. При цьому маса самої зорі — $25M_{\text{Юп}}$. Існування надлишкового випромінювання пов'язують із продовженням процесу акреції речовини, і це підтверджує молодість системи. Приблизно тоді ж КТГ почав фотографувати зорю Фомальгаут, віддалену від Землі на 25 св. років. Зіставивши багато зображень, група американського астронома Пола Каласа з Каліфорнійського університету в Берклі отримала 13.11.2008 безпосереднє зображення планети Фомальгаут б. Планета з високим альбедо має період обертання 872 роки і розташована за 119 а. о. від центрального світила. Також 13.11.2008 за допомогою найбільших наземних телескопів Кекс II і Gemini North на Гавайях, що здатні працювати в ІЧ-діапазоні, групі астрономів з Канади, США й Великої Британії під керівництвом Крістіана Маруа з канадського Астрофізичного інституту Герцберга вдалося отримати зображення одразу трьох планет біля іншої гігантської зорі: HR 8799 у сузір'ї Пегаса. Воно стало першим зображенням мультипланетної системи навколо іншої зорі, віддаленої від нас на 130 св. років. Кожен з цих об'єктів (розташованих за 25, 40 та 65 а. о. від світила) у 5–13 разів перевищує масу Юпітера. Ця планетна система є першою системою, відкритою біля гарячої білої зорі раннього спектрального класу А5. Усі відкриті до цього планетні системи (за винятком пульсарів) розташовувались біля зір пізніших класів: F — M. Через десяток днів після відкриття планет біля Фомальгаута та HR 8799 французькі астрономи під керівництвом А.-М. Лагранж із

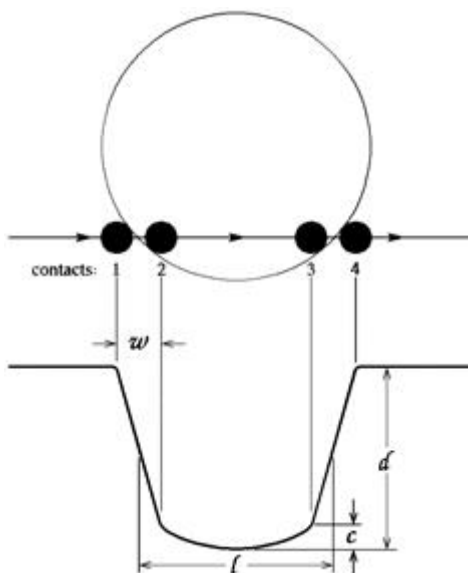
Рис. 3. Фотометричні ефекти, які виникають під час проходження планети перед диском центральної зорі

Гренобльської обсерваторії отримали зображення екзопланети, розташованої до зорі Бета Живописця ближче, ніж інша планета на аналогічних фото. Ця молода зоря (вік оцінено у 12—20 млн років) перебуває від нас за 63 св. років.

Метод транзитної фотометрії. Проходження планети перед диском зорі призводить до деякого зменшення потоків

випромінювання останньої. Тому це дає змогу визначати розміри екзопланет, а поєднавши цей метод із методом Доплера — ще й густину. За цим методом реєструють зміни блиску зорі у моменти, коли планета «вступає» на зоряний диск під час свого орбітального руху (рис. 3) та коли «сходить» із нього. Певним недоліком цього методу є незначна ймовірність появи транзитної конфігурації, оскільки при кутах нахилу орбіти планети до екватора зорі понад 4° планета проходить вище або нижче видимого диска зорі, і тоді транзиту не буде. Для того щоб підтверджувати планетну природу певного транзитного кандидата, слід врахувати його масу, наприклад використовуючи спектральні спостереження, та переконатися, що вона менша, ніж $13M_{\text{Юп}}$. Спостерегаючи ту ж зорю методами транзиту і доплерівської спектроскопії, можна визначити масу, розмір екзопланети, її середню густину та величину другої космічної швидкості. У сукупності це дасть змогу оцінювати хімічний склад планет і певні фізичні умови на них.

Диференціальний метод розробляли спеціально для інтерферометра обсерваторії Кека, який працює в ІЧ-діапазоні. Метод дає змогу зі спостережуваного спектру отримувати певні характеристики екзопланет. Основна ідея методу ґрунтується на відмінностях ІЧ-спектрів зорі (порівняно гладкого) та планети, для якої характерними є потужні смуги поглинання, викликані водою та метаном (рис. 4).



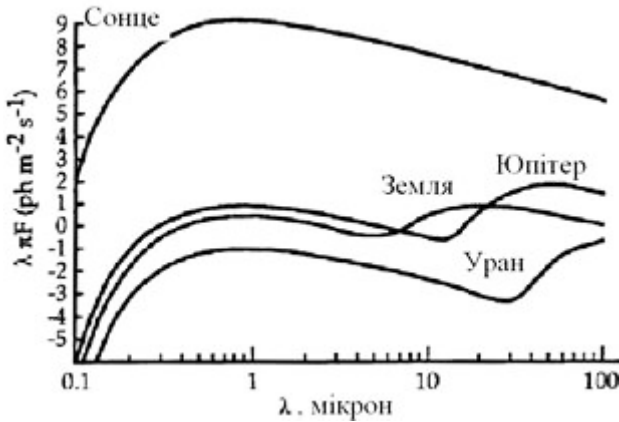


Рис. 4. Спектри Сонця та Землі, Юпітера й Урана

Метод гравітаційного лінзування ґрунтується на постулаті загальної теорії відносності, згідно з яким світло від зір відхиляється гравітаційним полем деякого іншого тіла (що відіграватиме роль лінзи), розташованого між спостережуваною зорею та місцем спостереження на Землі. Якщо біля деякої ближчої зорі є планета, котра слугуватиме за ще одну невелику лінзу, то з'явиться додаткове збільшення блиску; визначивши параметри змін блиску від далекої зорі, можна розрахувати масу своєрідних «лінз», а отже й параметри планети. При наявності біля зорі-лінзи екзопланети крива результуючого блиску виявиться несиметричною. Оскільки під час отримування таких даних потрібно одночасно стежити за блиском величезної кількості зір, то цей метод стало можливим надійно реалізувати лише з появою ПЗЗ-матриць. Метод найчутливіший щодо досліджень планет невеликого розміру (з масами, меншими за земну) на орбітах із радіусом понад 1 а. о. Проте він украй обмежений через те, що процес мікролінзування практично не зможе повторитися, бо ймовірність наступного вишикування на одній прямій Землі та ще двох зір мізерно мала. Окрім того, часто просто не відомо, біля якої саме зорі було виявлено планету, оскільки зорю-лінзу детектувати безпосередньо дуже важко. До кінця серпня 2014 р. гравітаційним лінзуванням вдалося відкрити лише 25 планет (зокрема й першу суперземлю на віддаленій орбіті OGLE-2005-BLG-390L b).

Останнім часом досить активно розробляється ще й **метод поляриметричного транзиту**, котрий базується на появі лінійної поляри-

зації у зір із нульовою поляризацією через порушення ефектів симетрії. Наше моделювання показало, що цей механізм дійсно зумовлює появу помітної поляризації світла від зорі в моменти, коли екзопланетне тіло перебуває на краях зоряного диска. Проте ступінь отримуваної при цьому поляризації є малим (соті та тисячні частки відсотка), а тому виявити її під час спостережень дуже складно. Проте існує ще й інший спостережний аспект транзиту, обумовлений рефракцією світлових променів і багатократним розсіюванням заломлених променів. Цей ефект відомий як ранішні та вечірні сутінки і «білі ночі» для широт понад 60° (за абсолютною величиною). Вимірювання ступеня поляризації сутінкового світіння в zenіті показали, що там він досягає 90 %. Аналіз такого механізму показує, що найбільша величина поляризації очікується тоді, коли планета проходить через центральний меридіан диска зорі.

ДОСЛІДЖЕННЯ З КОСМІЧНИМИ АПАРАТАМИ

В останні роки наземні спостереження стали активно доповнюватися позаатмосферними, виконаними під час різних космічних місій. Однією з них є місія COROT Європейської космічної агенції (ЄКА) — спеціалізований 30-см телескоп, виведений 27.12.2006 на земну орбіту для дослідження кривих блиску деяких зір у моменти, коли планети проходять перед їхніми дисками. І вже до червня 2012 р. вдалося виявити 24 екзопланети та один коричневий карлик.

У рамках місії «Кеплер» (НАСА) з 07.06.2009 використовували телескоп системи Шмідта, діаметр дзеркала якого становить 0.95 м. Телескоп обертається довкола Сонця по орбіті з радіусом 1 а. о. Очікуваний термін його служби становив 3.5 роки. Згодом термін його експлуатації неодноразово подовжували. Телескоп може відстежувати одночасно до 100 000 зір, тому планувалося виявити приблизно 50 планет величиною за Землю та понад 600 планет, розміри яких у 2.2 раза більші, ніж земні. Тридцятого жовтня 2018 р. спеціалісти НАСА оголосили, що місія Кеплер вичерпала запаси пального та офіційно завершила свою роботу, проте залишиться на своїй орбіті далеко від Землі. За дев'ять років роботи з цим телескопом вдалося відкрити понад 2680 екзопланет; 550 з них можуть бути зразками кам'янистої Землі, а 21 — навіть потенційно придатними для життя (із рідкою водою).

Місію «Gaia» виведено на орбіту з космодрому Куру 19.12.2013. Це — космічна обсерваторія з найбільшим зі всіх створених для космічних місій сенсором в оптичному діапазоні, котрий складається зі 106 ПЗЗ-матриць розміром 47×60 мм кожна. Основною метою

місії є побудова тривимірної карти нашої Галактики; також вона відкриє, як сподіваються, 2—10 тис. екзопланет транзитним методом. Для цього система має проаналізувати понад мільярд зір. Фотометричні сканування небесної сфери були розпочаті 15.06.2014 за допомогою двох дзеркальних телескопів з розмірами 1.46 і 0.51 м. Конструкція дає змогу вимірювати координати зір до 20 зоряної величини.

TESS — космічний телескоп, розроблений Массачусетським технологічним інститутом, запущено 19.04.2018. Він упродовж кількох років виконуватиме огляд усього неба, щоб виявляти транзитні екзопланети поблизу найближчих і найяскравіших зір спектральних класів G, K і M з видимими зоряними величинами, яскравішими за 12^m . Планується дослідити приблизно 500 000 зір, зокрема близько 1000 найближчих червоних карликів. Очікують відкрити понад 20 000 транзитних екзопланет, 500—1000 з яких матимуть розміри Землі, 20 можуть бути суперземлями, розташованими у придатній для життя зоні.

МОЖЛИВІ ТИПИ ЕКЗОПЛАНЕТ

За температурним режимом і масою екзопланети поділяють на кілька окремих типів. Серед них «**планети-гіганти**» підрозділяються на два підкласи: «**Юпітери**» (з масою 0.19—13 $M_{\text{Юп}}$) та «**Нептун**» (з масою 0.022—0.19 $M_{\text{Юп}}$). «Юпітери» вирізняються практично зоряним хімічним складом (тобто переважно складаються з водню й гелію), швидким орбітальним обертанням і розміром, близьким до розмірів Юпітера. Винятком є так звані **гарячі Юпітери**, котрі розташовані дуже близько до центральної зорі та мають ефективну температуру, вищу від 1000 K; їхня сильно нагріта атмосфера розширюється та збільшує видимий радіус інколи до 1.8 радіуса Юпітера. Через величезний тиск в їхніх надрах водень стає виродженим і переходить у металеву фазу. Середня густина планет-гігантів змінюється від 0.28 г/см³ (найбільш розріджені «гарячі Юпітери») до майже 12 г/см³ (що характерно для наймасивніших планет-гігантів із масами 10—12 $M_{\text{Юп}}$). Найімовірніше, усі планети-гіганти мають сильні магнітні поля, потужність яких зростає у міру збільшення маси планети.

«**Нептун**» складені переважно з аміачного, метанового, водяного, сірководневого тощо льоду і скельних порід, котрі становлять приблизно чверть повної маси планети. Частка водню та гелію в складі таких планет не перевищує п'ятої частини; проте тиск в їхніх надрах є недостатнім для переходу водню у металеву фазу; радіуси дорівнюють

майже чотирьом радіусам Землі при середній густині 1.2–2.2 г/см³. Вважається, що майже всі планети, виявлені транзитним методом, є «гарячими Юпітерами» з великими півосями до 0.01 а. о. Певним винятком є планети HD 17156b та HD 80606b з великими півосями 0.169 і 0.449 а. о. відповідно.

Планети земного типу мають маси, менші від 7 мас Землі, і складені переважно із силікатів скельного компонента та заліза, середня їхня густина — 3–6 г/см³. Серед цих планет виділяють «суперземлі», якими є масивніші планети земного типу, котрі не мають щільної та протяжної атмосфери (як у планет-гігантів); серед них виявлено «гарячу суперземлю», що за своїми характеристиками нагадує планету Венера з достатньо ймовірною вулканічною активністю; у 2005 р. також відкрили «холодну суперземлю», на котрій можлива наявність океану з водою; за це неофіційно її охрестили Океанідою. Через певну розмитість границь між згаданими типами можливі ще й деякі проміжні типи. Наприклад, планета масою близько 5 мас Землі, котра сформувалася поза лінією замерзання водяного льоду та пізніше мігрувала усередину планетної системи, матиме хімічний склад, зовнішній вигляд і середню густину «Нептуна», тоді як планета з масою близько 7 мас Землі, котра утворилася у внутрішній області багатого пилом газопилового диска, може складатися із силікатів та заліза, а тому є гігантською планетою земного типу.

За кількісними параметрами нагрівання поверхонь екзопланети часто поділяють на 7 таких типів. Позначмо велику піввісь орбіти планети буквою R , радіус так званої ефективною земної орбіти — $R_{\text{эф}}$, тоді матимемо планети:

з гарячими поверхнями — при $R/R_{\text{эф}} < 0.1$;

з дуже теплими — при $0.1 < R/R_{\text{эф}} < 0.4$;

з теплими — при $0.4 < R/R_{\text{эф}} < 0.8$;

з прохолодними — при $0.8 < R/R_{\text{эф}} < 1.3$;

з холодними — при $1.3 < R/R_{\text{эф}} < 3$;

з дуже холодними — при $3 < R/R_{\text{эф}} < 12$;

з крижаними — при $R/R_{\text{эф}} > 12$.

Відповідно до даної класифікації Юпітер і Сатурн є дуже холодними планетами-гігантами, Уран — крижаним Нептуном, Земля — прохолодною Землею, а Венера — теплою Землею. Серед виявлених екзопланет найменше відношення $R/R_{\text{эф}}$ має гаряча планета-гігант OGLE-TR-113b — $R/R_{\text{эф}} = 0.013$. Стає зрозумілим, що газові гіганти, котрі наближатимуться до центральної зорі ближче, ніж 0.01 а. о., поступово заповнять усю порожнину Роша та достатньо швидко будуть зруйновані припливними силами.

ЕКОСФЕРИ ЕКЗОПЛАНЕТ

Найбільший інтерес викликають екзопланети, на яких можливе існування життя. Для цього слід відшукати планету зі сприятливими (згідно із земними поняттями) умовами проживання: тобто має тверду поверхню, кисневу атмосферу, середню температуру приблизно 0°C та максимальну температуру меншу, ніж $+100^{\circ}\text{C}$. Області в навколосоряному просторі із саме такими умовами називаються сприятливими для проживання зонами (рис. 5). Виникнення подібних умов можливе лише тоді, коли вибрана планета розташовуватиметься відразу у двох сприятливих для проживання зонах: і в галактичній, і в навколосоряній. Навколосоряною зоною, чи екосферою, називають уявну сферичну оболонку навколо зорі, у межах котрої температура на поверхнях планет допускає наявність рідкої води. І що вищою є температура центральної зорі, то далі від неї лежатиме така зона. У нашій Сонячній системі на сьогодні подібні умови характерні лише для Землі. Натомість поруч розташовані планети — Венера та Марс — перебувають якраз на межі цієї зони: Венера — з гарячого боку, Марс — із холодного.

Галактична сприятлива для проживання зона — це область у міжзоряному просторі, котра розташовується доволі близько від центра Галактики, щоб мати достатньо важких хімічних елементів, потрібних під час формування кам'янистих планет. Також ця область має бути достатньо віддаленою від центра Галактики, щоб уникати шкідливих спалахів радіації, котрі виникають під час утворення наднових зір, та зіткнень із масивними планетезималями поблизу галактичного центра.

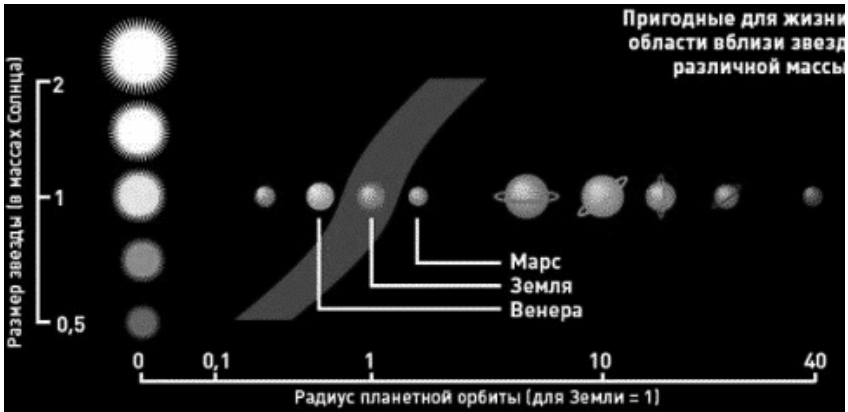


Рис. 5. Екосферу навколо різних зір позначено смугою, що йде зверху донизу

Сприятлива для проживання зона в нашій Галактиці перебуває на відстанях близько 25000 св. років від центра. Саме тут розташовується наша Сонячна система. Окрім Сонця до такої зони належать майже 5 % зір нашої Галактики. Пошуки планет типу Землі навколо інших зір, котрі слід проводити за допомогою різних методів, мають бути націлені саме на такі сприятливі для проживання області. Це дасть змогу обмежити зони пошуків з метою виявити життя поза нашою Землею. До списку найперспективніших для цього зір на сьогодні входить близько 5000. Для першочергового дослідження заплановано дослідити околиці 30 зір із такого списку, розташування котрих вважають найбільш сприятливим для виникнення життєвих форм.

Список використаної літератури

1. Kostogryz N. M., Vid'machenko A. P., Morozhenko O. V. Polarimetry as a tool for extrasolar planets study. International Conference «VARIABLE STARS - 2010». August 16–21 2010, Odessa (Chernomorka), Ukraine. Abstracts. P. 19.
2. Kostogryz N. M., Yakobchuk T. M., Morozhenko O. V., Vid'machenko A. P. Polarimetric study of transiting extrasolar planets. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2011. 415, No. 1. P. 695–700.
3. Kostogryz N. M., Yakobchuk T. M., Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. Polarization in the eclipsing systems. International Conference «VARIABLE STARS — 2010». August 16–21 2010, Odessa (Chernomorka), Ukraine. Abstracts. P. 21.
4. Krushevskaya V. N., Vid'machenko A. P., Kuznetsova J. G. Application of spectropolarimetric data for determine an optical characteristics of extrasolar planet atmospheres. Abstracts NATO Advanced Study Institute on Photopolarimetry in Remote Sensing and Workshop on Remote Sensing Techniques and Instrumentation: International Cooperation. Edited by G.Videen, Ya. Yatskiy, A. Vid'machenko, etc., Yalta—Kyiv, Ukraine, 2003. P. 53.
5. Kuznetsova Yu., Krushevskaya V. N., Vidmachenko A. P., Shlyahetskaya Ya. O., Andreev M. V., Romanyuk Ya. O. Investigations of extrasolar planets in MAO NAS of Ukraine. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May, 26–27, 2016. P. 65–66.
6. Kuznetsova Yu., Matsyaka A. M., Zakhzhay O. V., Krushevskaya V. N., Vidmachenko A. P., Romanyuk Ya. O. Modeling in studies of extrasolar planets and of circumstellar disks in MAO NAS of Ukraine. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May, 26–27, 2016. P. 64–65.
7. Kuznyetsova Y., Krushevskaya V., Vid'machenko A., Morozhenko A., Shavlovsky V. The observations of extrasolar transit planets using new spectrophotopolarime-

- ter complex of the Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine. International Conference «VARIABLE STARS — 2010». August 16—21 2010, Odessa (Chernomorka), Ukraine. Abstracts. P. 20.
8. Kuznyetsova Yu., Shliakhetskaya Y., Vidmachenko A., Krushevskaya V., Andreev M., Bondar A., Velichko S., Sokolov I. Behavior of chromosphere lines in spectra of extrasolar planet systems HD189733 and WASP-33 during transits. 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24—25 2017. The program and abstracts. — Bila Tserkva, Ukraine. — 2017. — P. 85—86.
 9. Shliakhetska Ya., Kuznyetsova Yu., Vidmachenko A., Krushevskaya V. Variability of spectral lines of extrasolar system HD189733 during a transit. *Astron. School's Report*. 2014. 10, No. 2. P. 147—151.
 10. Shliakhetskaya Ya., Kuznyetsova Yu., Vidmachenko A.. Spectral studies of the transit system HD 189733. 19th Open Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, April 23—28, 2012, Kyiv, Ukraine p. 19.
 11. Vidmachenko A. P., Ivanov Yu. S., Kostogryz N. M. Spectropolarimetric Observations of Transiting Extrasolar Planetary System HD189733. 43rd Lunar and Planetary Science Conference, held March 19—23, 2012 at The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1659, id.1280.
 12. Vid'machenko A., Krushevskaya V. Reflectivity variation of extrasolar giant planet which orbiting central star. International Conference ASTROECO-2002 «Current Status and Perspectives of International Researches in Observational Astronomy, Ecology and Extreme Physiology in the Elbrus Region» August 12—16, 2002 Terskol (Kabardino-Balkaria, Russia). — P. 91.
 13. Vidmachenko A. P., Delets O. S., Dlugach J. M., Zakhozhay O. V., Kostogryz N. M., Krushevskaya V. M., Kuznyetsova Y. G., Morozhenko O. V., Nevodovskiy P. V., Ovsak O. S., Rozenbush O. E., Romanyuk Ya. O., Shavlovskiy V. I., Yanovitskij E. G. Investigations on physics of planetary atmospheres and small bodies of the Solar system, extrasolar planets and disk structures around the stars. K.: NASU MAO, 2015. 92 p. ISSN 978-966-02-7836-3,
 14. Vid'machenko A. P., Krushevskaya V. N. Use of an Orbital Phase Curve of Extrasolar Planet for Specification of its Mass. 35th Lunar and Planetary Science Conference, March 15—19, 2004, League City, Texas, abstract no. 1039.

ЧИ ПОВ'ЯЗАНІ СПАЛАХИ ПАНДЕМІЙ ІЗ ПЕРІОДИЧНИМИ ЗМІНАМИ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ?

С. М. ОСІПОВ

кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

*«И вновь, и вновь взошли на Солнце пятна...»
Рядок з вірша О. Л. Чижевського "Галилей" (1921 р.)*

Минуло майже сто років відтоді, як О. Л. Чижевський висловив думку про те, що багато епідемій можуть бути пов'язані із Сонцем. Проведений ним статистичний аналіз виявив корелятивний зв'язок 11-річної сонячної активності зі спалахами та перебігом таких хвороб, як холера (рис. 1), черевний тиф, дизентерія, легеневий туберкульоз.

Спалах нової, коронавірусної, хвороби спонукав нас знову поглянути на Сонце. Сонячна активність, окрім загальновідомої 11-річної періодичності, проявляється і на інших шкалах часу. Найточніше виявити зміни вікової активності впродовж останніх кількох століть можна на основі надійних однорідних рядів даних (рис. 2). Якщо ми накладемо на цей ряд дати найгучніших пандемій, то одразу помітимо зв'язок їх з мінімумами вікової сонячної активності.

Відтворена сонячна активність за аналізом змін ізотопу ^{14}C дає нам змогу порівняти сонячну активність зі спалахами чуми за останні 800 років (рис. 3).

Важко сказати щось про причини такого очевидного

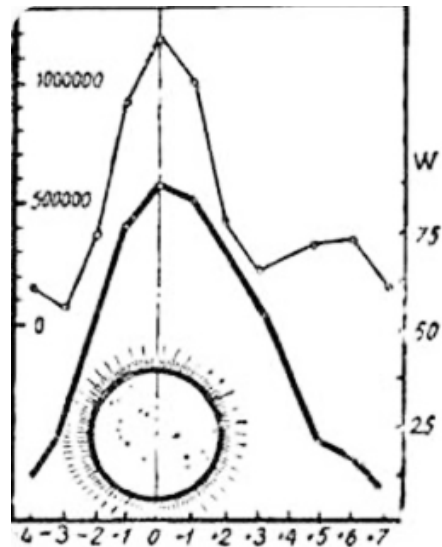


Рис. 1. Захворюваність на холеру в Росії в 1823—1923 рр. (верхня крива) і хід чисел Вольфа (нижня крива)

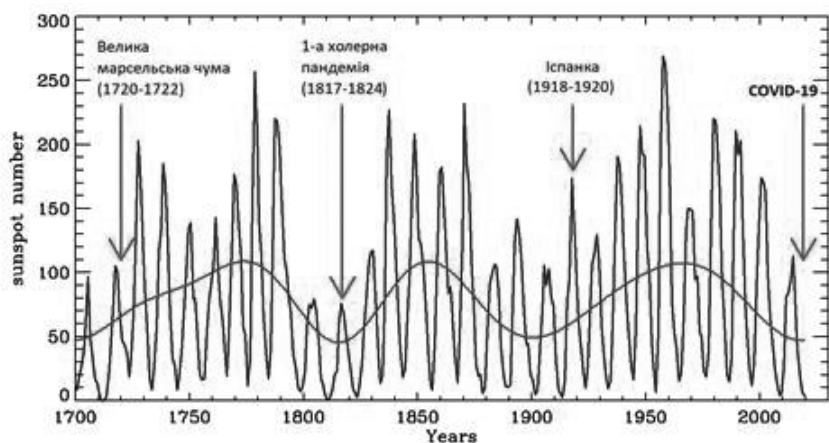


Рис. 2. Зміни з часом сонячної активності та спалахи найгучніших пандемій

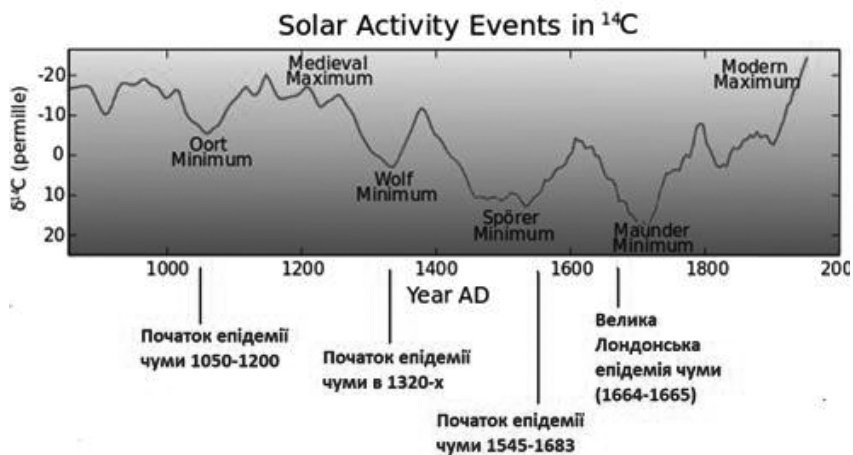


Рис. 3. Сонячна активність і спалахи чуми

взаємозв'язку наведених подій. Зрозуміло, що Сонце не є причиною хвороб на Землі. Можливо, зміни магнітного поля Сонця або регулювання цим полем рівня космічних променів, які досягають Землі, і є тим тригером, який створює умови для спалаху хвороби. Але не завжди за цих умов відбувається епідемія.

ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ІВАНА КИРИЛОВИЧА КОВАЛЯ (10.11.1929 — 15.06.2020)



Можна вважати, що І.К. Коваль увійшов в історію Голосіївської обсерваторії як засновник нового офіційного відділу — відділу фізики Місяця і планет, який сприяв своїми дослідженнями здобуттю і слави, і визнання серед науковців тоді ще зовсім молодій (усього 16 років із часу заснування у 1944 р.) обсерваторії. Як зазначили О.В. Мороженко і Е.Г. Яновицький у статті «Дослідження з фізики планет та малих тіл Сонячної системи» (опубліковано в книжці «50 років Головної астрономічній обсерваторії»), планетні дослідження в ГАО започаткував ще в середині 50-х рр. Ш.Г. Горделадзе. Проте офіційний відділ був сформований лише в 60-х рр. І причетний до цього Іван Кирилович Коваль. Саме про цей період у діяльності ГАО та в житті І.К. Коваля і піде наша розповідь.

*Короткі відомості з Особової справи І.К. Коваля
(10.11.1929—15.06.2020).*

Народився Іван Кирилович Коваль у с. Ганнівка Привільнянського району Миколаївської області. Після закінчення середньої школи вступив

у 1948 р. до Харківського університету, який закінчив у 1953 р. за фахом астроном. У 1952—1955 рр. викладав математику в середній школі в м. Харків. З 1955 р. по 1960 працював старшим науковим співробітником обсерваторії Харківського університету. У 1953—1956 рр. — аспірант Харківського університету, в 1957 р. захистив кандидатську дисертацію, в 1957—1960 рр. працював у Харківському планетарії як завідувач методичного відділу, згодом — директор. У 1960—1975 рр. працював в Головній астрономічній обсерваторії АН УРСР на посадах: 1960—1963 рр. — с. н. с. відділу астрофізики, 1964—1967 рр. — завідувач відділу астрофізики; 1967—1973 рр. — заввідділу фізики Місяця і планет. У 1969 р. захистив докторську дисертацію. У 1973—1975 рр. був директором ГАО.

А історія І.К. Ковалю в ГАО починалася так.

У 1960 р. з ініціативи В.П. Конопльової, яка тоді виконувала обов'язки завідувача відділу астрофізики ГАО, з Харкова запросили молодого кандидата фіз.-мат. наук І.К. Ковалю, учня М.П. Барабашова. І.К. Коваль у 1960 р. переїздить до Києва в ГАО на посаду с. н. с., а згодом його обирають, за конкурсом, завідувачем астрофізичного відділу ГАО. Як згадував сам І.К. Коваль, тематика відділу була занадто широкою: велись роботи з вивчення структури Галактики, нестаціонарних зір, комет, фізичних умов на Місяці та планетах. Така спрямованість і широта наукових напрямів значною мірою завжала науковому керівництву відділу. За пропозицією І.К. Ковалю Вчена рада ГАО в 1967 р. ухвалила поділити відділ астрофізики на два: відділ фізики зір і галактик та відділ фізики Місяця і планет. Останній очолив І.К. Коваль; цей відділ тоді мав 23 молодих співробітники. Як згадують учні і колеги І.К. Ковалю, «завдяки великому ентузіазму та неабияким організаторським здібностям він швидко згуртував навколо себе групу молоді й широко розгорнув планетні дослідження». Треба зазначити, що І.К. Коваль активно сприяв залученню до роботи в ГАО випускників Харківського університету — це був справжній «харківський десант»: подружжя Л.А. та О.І. Бугаєнків, В.Д. Кругов, В.Г. Парусімов, Е.Г. Яновицький — а також випускників Київського та Одеського університетів (О.В. Мороженко, В.В. Аврамчук, М.М. Миронова, Л.Р. Лісіна та ін.). Це була талановита і дуже завзята молодь.

У діяльності молодого відділу значну частину становили роботи з конструювання та виготовлення приладів для автоматизації процесів спостереження та обробки спостережень. Це мікрофотометр інтенсивності, автоматичний електрополяриметр, двоканальний фотометр слабких потоків, монохроматор і прилад для автоматичної обробки негативів з допомогою ЕОМ.

Проведені систематичні спостереження, розрахунки і теоретичні роботи співробітників відділу стали основою для побудови оптичних моделей планетних атмосфер, визначення тиску на поверхні Марса та складу аерозолу в його атмосфері, для вивчення варіацій з часом оптичних властивостей верхньої атмосфери Юпітера та ін. І.К. Коваль сприяв тому, щоби науковим керівником аспіранта Е.Г. Яновицького став відомий учений академік АН СРСР В.В. Соболев. Саме Е.Г. Яновицький згодом очолив у відділі фізики планет лабораторію з дослідження розсіяння електромагнітного випромінювання об'єктами Сонячної системи. Ці теоретичні роботи співробітників лабораторії отримали високу оцінку світової наукової спільноти.

Поряд з науковим керуванням темами відділу І.К. Коваль особисто займався, головним чином, визначенням оптичних характеристик атмосфери і поверхні Марса за спектрофотометричними спостереженнями. Його жартома називали «марсіанином». Дослідження ГАО з планетної тематики отримали широке визнання астрономічної спільноти як у СРСР, так і за кордоном. І.К. Коваль налагодив тісні зв'язки з багатьма обсерваторіями, брав активну участь у роботах Генеральних асамблей МАС.

Багато часу приділяв І.К. Коваль проведенню різноманітних заходів як Голова робочої групи з вивчення планет земного типу, що була організована 1964 р. Комісією з фізики планет Астроради АН СРСР, а ГАО була визнана головною установою з цієї тематики.

І.К. Коваль опублікував понад 150 наукових і науково-популярних статей, був також активним популяризатором досягнень астрономії як у друкованих засобах масової інформації, так і на радіо, і на телебаченні.

Відділ активно долучився до космічних досліджень СРСР 60-х рр., також проводив дослідження за хоздоговірними тематиками, що було позитивним явищем для відділу в матеріальному плані.

Наведемо кілька прикладів участі відділу в космічних дослідженнях (невелика кількість прикладів — це лише свідчення про засекречення деяких тем у ті часи).

1. Молоді астрономи Л.Р. Лісіна та М.М. Миронова (керівник І.К. Коваль) брали участь у Всесоюзній програмі створення Атласу зворотного боку Місяця за даними космічного знімання Місяця космічним апаратом (КА) «Зонд-3» (1966 р.).

2. У Всесоюзній програмі 1964—1974 рр. з дослідження Місяця автоматичними апаратами серії «ЛУНА» і в проєкті посадки людини на Місяць, забезпечення гіпсометричними даними, здійснення м'якої посадки на поверхню Місяця апаратами «Луна-9», «Луна-18»,

«Луна-24» брали участь Л.Р. Лісіна, М.М. Миронова, В.В. Ботвінова (керівники — І.К. Коваль і І.В. Гаврилов).

3. В.Г. Парусімов спільно зі співробітниками ІРЕ АН УРСР створив операційну цифрову систему, щоб обробляти зображення, отримані міжнародними КА «Марс-3», «Марс-4», «Марс-5» тощо.

4. У 1971—1973 рр. І.К. Коваль був науковим консультантом у Центрі далекого космічного зв'язку (біля Євпаторії) під час вивчення Марса радянськими спускними апаратами серії «Марс».

Успіхи в дослідженні небесних тіл за допомогою космічних апаратів породжували деякі побоювання в астрономів ще в 60-ті роки — на початку космічної ери. Ось як про це висловлювався І.К. Коваль: «В оцінках ближайших перспектив изучения Луны и планет средствами ракетно-космической техники не было недостатка. Стали раздаваться голоса о нецелесообразности дальнейшего развития лунно-планетных исследований с помощью наземных телескопов. Правда, сами планетчики такого рода сомнений нигде и никогда не высказывали. Но все же опасность таких «веяний» существовала». Час показав, що цінність наземних астрономічних спостережень не втрачена і в космічну еру.

Відділ фізики Місяця і планет, заснований І.К. Ковалем у 1967 р., на дальшому шляху свого існування неодноразово змінював назву, орієнтуючись на важливість об'єктів досліджень. І в наш час, уже в ХХІ ст., цей відділ отримав таку назву: «Відділ субзоряних та планетних систем».

З 1973 р. впродовж двох років І.К. Коваль був директором ГАО. Ось як він сам про це згадує: «Вважаю, що, перебуваючи на посаді директора, мені вдалося «пробити» два важливих заходи: закласти основи (підписаний договір з підприємством «Карл Цейс Єна», НДР) будівництва астрофізичної філії ГАО АН УРСР на піку Терскол (Приельбрусся), затвердити проект і розпочати будівництво лабораторного корпусу ГАО. До теперішнього часу обидва проекти реалізовані, і об'єкти успішно функціонують».

Постскрипtum

1. І.К. Коваль опублікував у 1994 р. свої дуже теплі спогади «Воспоминания о Голосеевской обсерватории» в книжці «50 років Головної астрономічній обсерваторії». Наведімо останній абзац цих спогадів: «В процессе чтения лекций студентам-астрономам Черниговского пединститута частенько возникает живой рассказ о ГАО, да и о Харьковской обсерватории, о большом вкладе этих учреждений в астрономию, об ученых-планетчиках и «непланетчиках», которых знаю лично. Иначе и не могло быть. Ведь к этому и моя причастность».

2. А далі наведемо уривок з автобіографії І.К. Ковалю, яка опублікована в Біобібліографічному покажчику «Іван Кирилович Коваль», складеному працівниками інформаційно-бібліографічного відділу бібліотеки ЧДПУ імені Т.Г. Шевченка: «Люблю працювати з молоддю. Ще будучи студентом, керував групою школярів — молодих астрономів. Згодом всі ці школярі стали студентами-астрономами Харківського університету, з них чотирнадцять продовжили роботу вже в студентському астрономічному гуртку. Всі чотирнадцять стали справжніми астрономами і захистили кандидатські чи докторські дисертації з проблем фізики планет. Під моїм керівництвом сім молодих астрономів захистили кандидатські дисертації, а ще шість одержали «благословення» на більш вагому астрономічну науку — стали докторами фізико-математичних наук. В 1975 р. перейшов на педагогічну роботу в Чернігівський педінститут (з 1995 р. — педагогічний університет), де працюю й до цього часу. Протягом 25 років (з 1983 по 2008) займав посаду завідувача кафедри теоретичної фізики й астрономії, нині — професор кафедри фізики та астрономії, веду заняття з астрофізики на фізматі. Професор. В 1991 р. мені було присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки й техніки України». Одружений. Маю трьох дочок і сина. Хобі — вірші для душі».

А.О. Корсунь, ветеран ГАО

Про І.К. Ковалю

Запуск перших штучних супутників Землі стимулював розробку проектів з досліджень тіл Сонячної системи космічними зондами, що, у свою чергу, активізувало вивчення цих тіл наземними засобами. Не винятком була й Головна астрономічна обсерваторія (ГАО) АН УРСР (тепер ГАО НАН України), де наприкінці 1959 р. був уведений в експлуатацію 70-см рефлектор АЗТ-2. Телескоп оснастили не тільки фотокамерою, але й трьома спектрографами та фотоелектронним фотометром-поляриметром АФМ-6. Це, у свою чергу, зумовило посилення планетної групи, яка на той час складалася з аспірантки-заочниці М. Миронової та двох випускників кафедри астрономії Київського державного університету ім Т.Г. Шевченка того ж 1959 р. — В. Аврамчука та О. Мороженка. З ініціативи керівника групи астрофізики В. Конопльової — фахівця з кометної астрономії — був запрошений з Астрономічної обсерваторії Харківського державного університету (АО ХДУ) молодий кандидат наук І.К. Коваль. За вдачею — це чуйна та компанійська людина, він

чудово співав і писав вірші. Іван Кирилович уособлював у собі не лише науковця, але й педагога, та міг побачити в молодій людині здібності до наукової роботи. Ще будучи аспірантом при АО ХДУ, він зібрав групу студентів, яких спонукав проявити свої здібності в різних напрямках сучасної астрофізики. Багато з них стали відомими науковцями (наприклад О. Бугаєнко, В. Дудінов, Ю. Корнієнко та Е. Яновицький). Згодом підготовкою наукових кадрів І.К. Коваль займався в Чернігівському педагогічному університеті.

Вже працюючи в ГАО, І.К. Коваль ініціював запрошення на роботу до цієї організації випускників ХДУ О. та Л. Бугаєнків, Е. Яновицького, а пізніше — В. Кругова та В. Парусімова. Саме завдяки О. Бугаєнкові в ГАО були виготовлені перші у світі фотополяриметр і двоканальний спектрометр, які працювали в режимі підрахунку імпульсів, що зробило конкурентоспроможними наші спостереження.

На прохання І.К. Ковалю Е. Яновицького взяв до аспірантури академік АН СРСР В.В. Соболев, який підготував для ГАО висококласного фахівця з теорії переносу випромінювання. Саме через комплексність робіт нам удалося першими визначити фізичні характеристики аерозолів в атмосфері Марса (у чистій атмосфері та під час глобальної пилової бурі), а також Юпітера і Сатурна. Тому не дивно, що ГАО АН України стала лідером у СРСР з вивчення тіл Сонячної системи наземними засобами і нам було доручено побудувати карти висот поверхні Місяця (керівник І.К. Коваль) та розрахувати розподіл інтенсивності сонячного випромінювання для різних фазових кутів по дисках Місяця, Меркурія, Венери, Марса (чиста атмосфера і глобальна пилова буря) і Юпітера (керівник Е. Яновицький).

Тепер є загально прийнятим застосовувати математичні методи, щоби поліпшувати зображення. Але мало хто знає, що практично першу спробу зробити це здійснив І.К. Коваль із колегами, коли вони ще 1963 р. вперше виконали фотоелектричне сканування розмитого турбулентним тремтінням у земній атмосфері розподілу яскравості по диску Марса та зір і за допомогою математичних методів відновили реальний розподіл.

О.В. Мороженко, ветеран ГАО

Немного лирики...

Наши пути в науке не пересекались: Иван Кириллович был астрофизиком, занимался исследованием планет, я — астрометрист, наблюдала на вертикальном круге Ваншаффа. Отношения были сугубо деловыми — встречались на семинарах, собраниях, различных мероприятиях. А вот в 2013 г. мне довелось прикоснуться к внутренне-

му миру этого человека. Дело в том, что я как член инициативной группы (В.Л. Костюченко, Е.А. Король, Е.М. Ненахова) готовила к предстоящему 70-летнему юбилею Обсерватории сборник стихов наших сотрудников (как действующих, так и бывших). И вот я позвонила в Чернигов и попросила Ивана Кирилловича дать свои стихи. Он безо всяких отнекиваний согласился и на следующий же день выслал их. В присланной подборке мне сразу бросились в глаза стихи, посвящённые детям: «Детворе (доце — Галочке)», «Колискова (Зореславі до тримісячного ювілею)», «Встреча», «Внучці Саші». По моему глубокому убеждению, каждый пишущий стихи оставляет в них частицу своего сердца (конечно, если это не холодное рифмоплётство). Каким же обнажённым, нервно-чувствительным должно быть сердце автора, чтобы выплеснулись такие пронзительные слова:

Угас гомон встреч, опустели вагоны,
Мальчишка один на безлюдном перроне...
И губы дрожали, и слёзы бежали,
И рядом ненужные розы лежали.

Всегда трудно примириться со смертью человека. Пусть же будет светлой печаль родных Ивана Кирилловича при воспоминании об ушедшем муже, отце, дедушке. Мы же, коллеги Ивана Кирилловича, будем помнить его не только как учёного и педагога, но и как человека с поэтичной душой и впечатлительным сердцем. Requiescat in pace!

Е.М. Ненахова, ветеран ГАО

УСЕ ЖИТТЯ НА СЛУЖБИ В СОНЦЯ (До 100-річного ювілею Євгенії Миколаївни Земанек)

Л. В. КАЗАНЦЕВА

кандидат фізико-математичних наук
Астрономічна обсерваторія
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

Євгенія Миколаївна Земанек, яка все своє наукове життя провела в Київській університетській астрономічній обсерваторії і мешкала з родиною на її території, належала до так званої уральської групи київських астрономів. Ця група влилася в колектив Обсерваторії ще під час її евакуації в часи Другої світової війни і разом з киянами переїхала на постійне місце роботи до Києва у 1944 р.

Народилася Євгенія 17 лютого 1921 р. в невеликому на той час поселенні Сатка, заснованому старообрядцями, з населенням трохи більшим, ніж 10 тисяч чоловік (тепер це — місто, районний центр Челябінської області). Ця місцевість на березі однойменної бурхливої гірської річки оточена горами Західного Уралу з красивими башкирськими назвами — Зюраткуль, Нургуш, Зігалґа та Лукаш.

Її батько Микола Іванович Баженов на той час очолював декілька цехів на Сатківському чавуноплавильному заводі, а мати Катерина Миколаївна деякий час працювала стенографісткою на Верх-Ісетському металургійному заводі неподалік Єкатеринбурга. В родині зростали дві доньки. Батько постійно навчався. Закінчив гірниче училище в Єкатеринбурзі, Ленінградський металургійний інститут, Урало-Казахстанську промислову академію у Свердловську та отримав у 1938 р. спеціальність інженера-організатора з чорної металургії. Надалі обіймав керівні посади на різних промислових об'єктах Уралу. Але в 1941 р. родина розпалася, батько створив нову сім'ю.

Астрономією Євгенія захопилася ще школяркою, тому без вагань після закінчення свердловської середньої школи в 1940 р. вступила на фізико-математичний факультет місцевого університету, а на третьому курсі обрала астрономічну спеціалізацію. У важкі воєнні часи їй пощастило слухати лекції С. В. Муратова, одного з активних членів Російського товариства любителів світознавства (Русское общество любителей мироведения — РОЛМ), організатора Ленінградського інституту точної механіки й оптики та першої на Уралі астрономічної обсерваторії. Викладав також у той час А. О. Яковкін, у майбутньому

відомий дослідник Місяця та директор Голосіївської обсерваторії. А практичних спостережних навичок вона навчалась у К. О. Бархатової, яка згодом очолила кафедру астрономії Свердловського університету та стояла у витоків організації Корувської обсерваторії.

У листопаді 1943 р. Євгенія разом з іншими студентами старших курсів відгукнулася на запрошення директора Київської астрономічної обсерваторії (КАО) С. К. Всехсвятського попрацювати в Київській обсерваторії, що налагодила свою роботу в евакуації. Вона була зарахована до штату обсерваторії і розпочала спостереження за програмою Служби Сонця.

Як загадувала її однокурсниця Г. М. Сергеева, вони працювали в обсерваторії в першій половині дня, а потім до пізнього вечора слухали лекції та виконували практичні роботи в університеті. На східному балконі башти університетської обсерваторії було встановлено фотогеліограф, до якого на певній відстані стаціонарно приєднали екран таким чином, щоб діаметр диска Сонця на ньому становив 10 см. На екран накладали координатну сітку і щодня замальовували та вимірювали сонячні плями та факели. Крім того, обробляли і аналізували дані спостережень інших обсерваторій країни, що давало можливість оцінити сонячну хромосферну та фотосферну активність і спрогнозувати магнітні бурі й попередити про можливі проблеми з радіозв'язком військових та авіаторів. У цій справі Київська обсерваторія тоді співпрацювала з евакуйованим Ленінградським інститутом земного магнетизму, який встановив неподалік Свердловська на станції Косуліно прилади для вимірювання магнітного поля Землі.

У січні 1944 р. Євгенія Миколаївна закінчила університет, отримала диплом за спеціальністю астроном і взяла шлюб з військово-службовцем, з яким познайомилася ще до війни. Він навчався у Свердловському індустріальному інституті і був призваний до лав армії в період Фінської війни в лютому 1940 р., служив аж до 1946 р., а Другу світову війну закінчив в Берліні. Її обранцем став Володимир Леопольдович Земанек (він із походження — чех), з яким вони прожили разом усе своє життя і виростили доньку та сина.

У травні 1944 р. разом зі «старими» й наново зарахованими співробітниками КАО до Києва вирушила і молодий фахівець Євгенія Миколаївна Земанек. Разом з нею поїхала в нове життя і її мати, яка ста-



ла працювати в КАО секретарем-машиністкою. Співробітники з родинами та приладами у двох вагонах-теплушках добиралися до місця призначення майже два тижні, а прибувши, з перших же днів установили інструменти й одразу ж налагодили перервану роботу Служби Сонця.

Коли в лютому 1945 р. відзначали 100-річний ювілей Київської астрономічної обсерваторії, на науковому засіданні Євгенія Миколаївна представила підсумкову доповідь «Фотосферна активність Сонця 1942—1944 рр.». Ця доповідь, надрукована серед інших у першому, ювілейному, числі Публікацій КАО, стала першою друкованою науковою працею Є. М. Земанек. У ній Євгенія Миколаївна докладно описала результати програмних спостережень Сонця мережею сонячних обсерваторій, організованою спільно КАО та ДАІШ (Державний астрономічний інститут ім. П. К. Штернберга) на запити армії. Виводились середні характеристики активності фотосфери за спостереженнями ДАІШ і КАО у Свердловську, Астрономічної обсерваторії ім. В. П. Енгельгардта в Казані, Таджицької і Абастуманської обсерваторій. А після реевакуації з 1943 р. далі спостерігали ДАІШ у Москві, з 1944 — КАО в Києві та Харківська АО. Оскільки станції були рознесені по довготі і широті, то впродовж року отримували багато спостережень (1942 — 336 днів, 1943 — 337, 1944 — 353). Отримані результати були порівняні з такими ж, опублікованими Цюрихською та Гринвіцькою обсерваторіями, та проаналізовані певні закономірності. Самі ж зведені дані регулярно друкувались у Декадних оглядах НДІ земного магнетизму та в Астрономічних циркулярах.

У 1946 р. КАО за дорученням Комісії з дослідження Сонця АН СРСР стала видавати термінові публікації індексів сонячної активності. Зведення містили результати спостережень мережі станцій країни (ТАО, КрАО, ХАО, ЛАО, АОЕ, КАО, НДІЗМ, ОАО, ІАО, ААО). Циркуляри КАО виходили протягом 1946—1962 рр., за цей час було опубліковано 71 випуск. У підготовці їх разом з колегами брала активну участь Є. М. Земанек.

Подальша наукова діяльність Євгенії Миколаївни була так чи інакше пов'язана зі Сонцем. Спочатку вона працювала під керівництвом С. К. Всехсвятського, який на той час був головним натхненником цих робіт. Спільно вони опублікували декілька статей, зокрема «Сонячна активність та вплив Сонця на земні явища», «Порівняльне дослідження сонячної активності за різними індексами». Спочатку спостереження Сонця в Києві проводили за допомогою 10-дюймового кометошукача Фраунгофера, у 1957 р. було встановлено спеціально для Служби Сонця хромосферно-фотосферний телескоп. Крім того, Є. М. Земанек була задіяна в спостережній програмі малих тіл на астрографі Репсольда, декілька разів вирушала з

експедиціями, щоби спостерігати повні сонячні затемнення, була активним спостерігачем перших штучних супутників Землі.

Коли в Обсерваторії встановили горизонтальний сонячний телескоп зі спектрографом (1952), Євгенія Миколаївна стала вивчати фізичні процеси в сонячних плямах, досліджувала їхню спектрофотометрію та розщеплення спектральних ліній заліза в магнітному полі.

Кандидатську дисертацію «Криві росту і магнітне підсилення спектральних ліній сонячних плям» Є. М. Земанек захистила в грудні 1967 р. в Одеському університеті. Робота, виконана під керівництвом М. А. Яковкіна, була присвячена вивченню впливу магнітного поля плям на параметри поглинаючого середовища за спектром (температуру збудження, швидкості та кількість поглинаючих атомів). Отримати ці параметри дає змогу один із методів визначення фізичних характеристик плям — метод кривих росту. Тема важлива для вивчення природи сонячних плям і процесів сонячної активності в цілому. Були опрацьовані спектри, отримані в інтервалі 4400—6500 ангстрем за допомогою дзеркального дифракційного спектрографа КАО, а контури ліній в інтенсивностях будували за допомогою інтенсиграфа, сконструйованого М. А. Яковкіним. При цьому для кожної плями було виміряно 100—200 ліній нейтрального заліза та порівняно їх з каталогами різних авторів, оцінено магнітне підсилення. Дослідниця дійшла висновку, що для визначення істинних параметрів, які характеризують стан речовини в плямі Сонця, треба враховувати підсилення спектральних ліній магнітним полем. Крім того, для практичного застосування були побудовані картини розщеплення 300 спектральних ліній заліза та наведено інтенсивності компонент розщеплення. Результати цих досліджень Євгенія Миколаївна доповідала на нарадах астрономів і геофізиків, на наукових сесіях Астроради АН СРСР, на конференції з переносу променевої енергії (в Москві) та на симпозіумі в Італії, присвяченому 400-літтю з дня народження Галілея.

Багато років Є. М. Земанек очолювала Службу Сонця КАО, забезпечувала її безперервну роботу, спостерігала сама і готувала нових спостерігачів, оновлювала методику спостережень і обробки їх, публікувала зведення результатів. Близько двадцяти років вона була вченим секретарем Обсерваторії.

Крім наукових задач, Євгенія Миколаївна багато часу приділяла і популяризаторській роботі. Часто виступала з лекціями з астрономії в різних аудиторіях. З 1977 р. очолювала Київське відділення Всесоюзного астрономо-геодезичного товариства і була обрана до Центральної ради ВАГТ.

Євгенія Миколаївна пішла з життя 18 березня 1995 р. і похована на Лук'янівському цвинтарі.

ПАВЛО РОДІОНОВИЧ РОМАНЧУК
(11.ІІІ.1921-22.VI.2008)

В. М. ЄФІМЕНКО

кандидат фізико-математичних наук
Астрономічна обсерваторія
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

Романчук Павло Родіонович народився 11 березня 1921 р. на хуторі Гринів Роменського району Сумської області. Батько Романчук Родіон Іванович (1888—1974) та мати Ірина Григорівна (1891—1962) були селянами. Крім Павла у сім'ї було ще двоє дітей — Іван 1914 р. народження та Микола 1919 р. народження. Незважаючи на те що батьки ставились до Радянської влади лояльно, 1930 р. батька було репресовано і заслано до Архангельської області. Оскільки землю і майно сім'ї було конфісковано, мати подалась на заробітки в Ромни, брат Іван поїхав на заробітки на Північ, Микола тривалий час перебував на хуторі, а Павла забрала до себе хрещена мати. Після повернення батька із заслання у 1933 р. сім'я жила у Ромнах, батьки працювали на різних роботах у радгоспі, а Павло ще декілька років жив у хрещеної матері.

У 1939 р. Романчук закінчив 10-й клас і вступив до Херсонського педагогічного інституту на фізико-математичний факультет, де провчився всього один місяць і був призваний до лав Червоної Армії. Перше поранення отримав у серпні 1941 р. Після лікування був направлений на навчання до Другого Київського військового училища ім. М. В. Фрунзе, яке закінчив у 1942 р. та одержав військове звання лейтенанта.

Після закінчення училища П. Р. Романчуку запропонували залишитись там командиром взводу, але він не погодився і отримав призначення на Північно-Західний фронт. Згодом, у листопаді 1942 р., П. Р. Романчука призначили начальником розвідки 1-го дивізіону 791-го артилерійського полку тієї ж дивізії. У січні 1943 р. Північно-Західний фронт, у складі якого перебувала 254-та дивізія, був направлений на з'єднання з Волховським фронтом, щоб оточити 16-ту німецьку армію («Демянський котел»). На початку лютого П. Р. Романчук був тяжко поранений і контужений. Після одужання у травні 1943 р. був знову направлений на передній край Північно-Західного фронту та призначений начальником розвідки бригади. Згодом по-

вернувся у свою 254-ту дивізію, яка формувалася в районі м. Бологое, на посаду начальника розвідки дивізіону та у складі дивізії був направлений на Степовий фронт у район Воронежа (другий ешелон Курської битви).

Після розгрому німецьких загарбників на Курській дузі відбулася переміщення військ і Степовий фронт, у складі якого була 254-та дивізія, переорієнтовує на визволення України. Павло Романович брав участь у боях за звільнення Полтавщини: Зінково, Гоголево (там була садиба М. В. Гоголя)

тощо. У серпні 1943 р. П. Р. Романчук одержав звання старшого лейтенанта і був нагороджений орденом «Червона Зірка».

На початку жовтня 254-та дивізія форсувала Дніпро і зайняла плацдарм на його правому березі між Каневом і Черкасами в районі села Хрещатик. Сьомого жовтня 1943 р. під час запеклого бою за утримання плацдарму командир розвідувальної роти старший лейтенант П. Р. Романчук залишився з двома радистами в оточенні німців на передовому спостережному пункті, з якого він корегував вогонь наших артилерійських батарей. Незважаючи на важке поранення у голову та руку, Романчук упродовж семи годин давав вказівки по радіо нашим артилеристам, які відбивали ворожі атаки. Унаслідок поранення Павло Романович не міг говорити, тому керував далі вогнем наших, віддаючи розпорядження письмово. У критичний момент бою він викликав вогонь своїх батарей на себе, чим було забезпечено утримання важливого плацдарму. За цей бій П. Р. Романчуку було присвоєно високе звання Героя Радянського Союзу.

Після війни П. Р. Романчук у 1950 р. закінчує кафедру астрономії фізичного факультету Київського державного університету, працює викладачем у педагогічних інститутах України. У своїх спогадах «Як все розпочалося» П. Р. Романчук пояснює свій вибір напрямку наукових досліджень: «У 1949 р. я придбав книжку «Сонячна активність і її земні прояви» авторів М. С. Ейгенсона, М. М. Гневишева, О. І. Оля і Б. М. Рубашева. Вона містила багато цікавих фактів, що стосуються сонячної активності, погоди, магнітних бур, теорії явищ. Я захопився цією книжкою, написав дипломну роботу, якою керував завідувач кафедри астрономії професор С. К. Всехсвятський. Тоді, ще студентом, я ознайомився з роботою С. К. Всехсвятського, в якій він уважав, що активність Сонця пов'язана з планетами. Після закінчення



університету я отримав призначення в Золотоніське педагогічне училище. Саме там я став шукати шляхи з'ясування природи сонячної циклічності».

У 1957 р. П. Р. Романчук вступає до аспірантури на кафедру астрономії Київського державного університету. Після закінчення аспірантури він отримує призначення на роботу в Астрономічну обсерваторію Київського університету, де працює на посаді старшого наукового співробітника з 1960 р. до 1963 р., у вересні 1963 р. його зараховують за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Київського університету. У цей час П. Р. Романчук розробив механізм утворення магнітного поля сонячних плям через підсилення слабкого загального поля Сонця під час підйому конвективного елементу і обґрунтував висновок про наявність у Сонця постійної складової загального магнітного поля близько 2 Гс. Ці результати досліджень сонячного магнетизму було включено до дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук «До питання про природу сонячної активності», яку Павло Романович захистив у 1966 р. Незабаром (1967 р.) його обирають доцентом кафедри експериментальної фізики, а в 1972 р. — доцентом кафедри астрономії і призначають директором Астрономічної обсерваторії.

Після захисту дисертації П. Р. Романчук прагне до розширення в Київському університеті кола наукових досліджень із сонячної активності та сонячно-земних зв'язків. У 1969 р., з його ініціативи, за рішенням Державного Комітету з науки і техніки СРСР університет отримує додаткове фінансування щоби розвивати роботи з прогнозування сонячної активності. Упродовж наступних років Астрономічна обсерваторія отримує асигнування за урядовими постановами (чотири теми — за постановами ДКНТ і Ради Міністрів України) для розвитку цього наукового напрямку. Завдяки цьому в обсерваторію прийняли понад 20 молодих співробітників.

П. Р. Романчук у своїх роботах розробляє ідею планетного впливу на конвективну зону Сонця. Аналізуючи дані про просторово-часові особливості розвитку сонячної активності, він дійшов висновку, що періодична гравітаційна дія Юпітера та Сатурна на конвективну зону Сонця є причиною механізму сонячної циклічності.

Упродовж 15 років, коли П. Р. Романчук обіймав посаду директора, Астрономічна обсерваторія стає одним із центрів у Радянському Союзі з досліджень закономірностей сонячної циклічності та сонячно-земних зв'язків. Особливо слід відзначити ініційований П.Р. Романчуком розвиток в Астрономічній обсерваторії нових наукових напрямів: теоретичні дослідження магнітних полів; експеримен-

тальні роботи з вивчення їх; дослідження змін у сонячній атмосфері перед спалахами, під час спалахів і після них; дослідження сонячно-земних зв'язків і впливу сонячної активності на погодні явища.

Іншим важливим результатом діяльності П. Р. Романчука стало зміцнення матеріальної бази обсерваторії — придбання магнітографа, модернізація горизонтального сонячного телескопа, спільні роботи з Головною астрономічною обсерваторією НАН України з розробки та виготовлення меридіанного круга аксіального типу, придбання апаратури для телевізійних спостережень метеорів, обчислювальної техніки, будівництво спостережної станції обсерваторії в с. Пилиповичі.

Під керівництвом П. Р. Романчука і за його безпосередньою участю ведуться роботи зі створення методів прогнозування сонячної активності для потреб народного господарства та фундаментальної науки. Застосовуючи розроблені методи прогнозування активності, Астрономічна обсерваторія брала участь у забезпеченні радіаційного захисту пілотованих космічних польотів, надсилаючи спостереження Сонця та прогнози сонячної активності в Наукову Раду «Сонце — Земля», Інститут прикладної геофізики Держкомгідромету СРСР, Кримську астрофізичну обсерваторію.

У цей час П. Р. Романчук зробив вагомий внесок в організацію Геліогеофізичної служби СРСР і приклав значних зусиль до того, щоб на базі Астрономічної обсерваторії Київського університету створити Всесоюзний центр з прогнозувань сонячної активності (Інститут фізики Сонця). На жаль, суб'єктивні обставини завадили втіленню цих зусиль у життя. Багато з висловлених тоді ідей П. Р. Романчука, які випереджали свій час, були втілені в сучасному міжнародному проєкті «Космічна погода».

Поряд з визнанням робіт П. Р. Романчука в Радянському Союзі приходять визнання цих робіт і серед закордонних фахівців. У 1976 р. в Астрономічній обсерваторії Київського університету відбувається важлива подія — нарада радянських і американських спеціалістів з обговорення питань прогнозування сонячної активності, можливих фізичних механізмів зв'язків «сонячна активність — нижня атмосфера», обміну та використання сонячної і геофізичної інформації. У цій нараді взяли участь відомі радянські та закордонні вчені — Е. Р. Мустель, Є. П. Борисенков, Е. І. Могілевський, Д. Вілкокс, Л. Свалгаард, Г. Хекман та інші.

Останні роки роботи в обсерваторії, обіймаючи посаду завідувача лабораторії та провідного наукового співробітника лабораторії сонячної активності, П. Р. Романчук присвячує дослідженню сонячно-земних зв'язків. У цей час він займається вивченням впливу сонячної

активності на зміни клімату, погодні явища, рівень водності річок і морів, вулканічні виверження. За результатами досліджень він підготував дисертацію на здобуття вченого ступеня доктора фізико-математичних наук «Природа сонячної циклічності», яку 2000 р. подав у Спецраду із захисту докторських дисертацій при Головній астрономічній обсерваторії НАН України. На жаль, на засіданні Спецради, 2000 р., дисертаційна робота П. Р. Романчука не отримала схвалення членів Ради.

За час роботи в університеті П. Р. Романчук опублікував понад 100 наукових праць, підготував двох кандидатів наук. У 2003 р. П.Р. Романчук залишив роботу в Астрономічній обсерваторії, але й далі займався дослідженням сонячно-земних зв'язків. За ратні подвиги та трудові досягнення П. Р. Романчука нагороджено п'ятьма орденами та 14 медалями. За багаторічну плідну роботу з підготовки висококваліфікованих спеціалістів, успіхи в розвитку наукових досліджень і на честь 150-річчя з дня заснування Київського університету Указом від 3 вересня 1984 р. Павло Романович нагороджений Почесною Грамотою Президії Верховної Ради Української РСР.

Помер П. Р. Романчук 22 червня 2008 р., похований на Совському цвинтарі м. Києва.

**ЯК «АСТРОНОМІЧНІ ЗУБРИ» ВРЯТУВАЛИ
ПОЛТАВСЬКУ ГРАВІМЕТРИЧНУ ОБСЕРВАТОРІЮ
В 1934—1938 рр.
(Дещо зі сторінок архівного рукопису О. Я. Орлова 1938 р.)**

[*А. О. КОРСУНЬ*]¹, *М. В. ЛУБКОВ*²

¹Головна астрономічна обсерваторія НАН України

²Полтавська гравіметрична обсерваторія
Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України

ВСТУП

Пожовклі сторінки рукопису Олександра Яковича Орлова (06.04.1880—28.01.1954) з архіву Полтавської гравіметричної обсерваторії (ПГО; тепер — Полтавська гравіметрична обсерваторія Інституту геофізики ім. С. І. Суботіна НАН України) не змогли залишити нас байдужими та спонукали згадати про деякі прикрі й повчальні сторінки з історії Обсерваторії і ще раз відмітити велич і силу духу О. Я. Орлова, її засновника — особистості, яка завжди ПЕРЕМАГАЛА ВСУПЕРЕЧ ЛИХОЛІТТЯМ ІСТОРІЇ, ЧИЙ ЖИТТЄВИЙ І ТВОРЧИЙ ШЛЯХ ВІД ТАРТУ ДО ДАЛЕКОГО СХОДУ, ВІД ОДЕСИ ДО ВЕРШИНИ КАРПАТ БУВ ВІДМІЧЕНИЙ В ІСТОРІЇ НАУКИ БЛАГОРОДНИМИ ДІЯМИ.

Здавалося, що про видатного вченого О. Я. Орлова, академіка УАН у 1919—1922 рр., чл.-кор. АН СРСР з 1927 р., академіка АН УРСР з 1939 р., засновника Полтавської гравіметричної та Головної астрономічної обсерваторій немало написано і його біографами, і учнями, і послідовниками і що немає таємних (білих) місць у біографії успішного вченого. Хоча всі відмічали, що О. Я. Орлов, заснувавши ПГО ще в 1926 р. й організувавши її чітку й продуктивну роботу як одного з успішних і важливих наукових закладів зі світовим визнанням, покинув Полтаву і Обсерваторію в 1934—1938 рр., переїхавши в Москву на роботу до Державного астрономічного інституту ім. П. К. Штернберга (ДАІШ) і читання лекцій в Геодезичному інституті.

Але чому стався переїзд? Ця подія сприймалася авторами без усяких пояснень, а може, цей факт просто замовчувався, бо такі тоді були суворі 30-ті рр. в СРСР.

Знайдений в архіві ПГО один документ, а саме — чернетка незакінченого рукопису О. Я. Орлова «Астрономічні зубри» (від 15 листопада 1938 р.), пояснює цю вже далеку подію.

ТРОХИ З ІСТОРІЇ СТВОРЕННЯ ПОЛТАВСЬКОЇ ГРАВІМЕТРИЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Створена в 1926 р. за ініціативою О. Я. Орлова ПГО при Українській Головній палаті мір та вагів у Харкові реально стала першою у світі геодинамічною обсерваторією, де, поєднуючи геофізичні та астрономічні дослідження, велись комплексні роботи з вивчення фізичних властивостей Землі.

Щоб створити нову обсерваторію в Полтаві, в ті важкі перехідні часи треба було провести велику роботу, завдяки чому вже в 1934 р. ПГО зайняла почесне місце серед найстаріших наукових закладів.

План робіт ПГО обіймав найважливіші проблеми тодішніх досліджень (за описом у рукописі):

1. Вивчення руху полюсів Землі,
2. Вивчення земних припливів (місячно-сонячних деформацій твердої земної кори),
3. Вивчення сили тяжіння по всій території України.

Вибір О. Я. Орловим саме Полтави місцем для Обсерваторії був дуже правильним з погляду виконання розробки цих проблем.

Щодо першої проблеми. Полтавська паралель була выбрана тому, що в Полтаві через зеніт проходять дві яскраві зорі, які можна спостерігати з великою точністю як удень, так і вночі, що має суттєве значення для вирішення задачі щодо руху полюса Землі зі спостережень за варіацією широти. Крім того, на паралелі Полтави (широта $49^{\circ}36''$) були розташовані три станції, готові для спостереження широти, що теж сприяло визначенню руху полюса. Стояла задача про забезпечення цих станцій телескопами і проблема вирішувалася, хоч і не просто. О. Я. Орлов також планував на цій паралелі організувати декілька міжнародних станцій, щоб надалі створити другу міжнародну паралель, подібну до існуючої міжнародної паралелі на широті $39^{\circ}08''$.

Щодо вивчення земних припливів. Щоб спостерігати малі величини земних припливів — деформацій твердої земної кори — треба було розмістити чутливі прилади в такому приміщенні, де б на них не діяли ніякі зовнішні чинники, такі як зміна температури, рух повітря та ін. І таке приміщення виявилось в Полтаві.

У садибі, яка раніше належала відомому художнику Г.Г. М'ясоєдову, виявили глибокий закинутий погріб, який слугував раніш як лідник. У цьому погрібі, після його ще більшого поглиблення і побудови низки перекриття для збереження в ньому температури, були поставлені маятники, з допомогою яких у 1930 р. розпочали спостерігати земні припливи. Ці спостереження значно змінили погляди на вивчення проблеми того часу.

Третя задача — вивчення сили тяжіння на території України — була розв’язана першочергово і з великим успіхом. Тут були розроблені методи спостережень, прийняті потім на Всесоюзних конференціях зі складання так званої гравіметричної карти всієї нашої країни, тобто такої карти, за допомогою якої можна було б дізнатися, як змінюється сила тяжіння від пункту до пункту, де вона більша, де менша, де збільшується, де зменшується та з якою швидкістю. Такі карти в Союзі були складені співробітниками ПГО, яким прийшлося немало поборотися за те, щоб їхні методи набули загального визнання. Карта розподілу сили тяжіння по Україні в сучасний період складена і вона послужила взірцем під час складання подібних карт інших районів нашого Союзу і належно оцінена геологами, котрі користувалися нею під час пошуків корисних копалин, якими так багата наша Україна.

Полтава була гравіметрично пов’язана зі всіма гравіметричними пунктами Союзу; крім того, вона також була пов’язана і з Потсдамом, який є відправним центральним пунктом для визначення сили тяжіння на всій земній кулі. Завдяки цьому ПГО стала в Союзі основним гравіметричним пунктом з дуже добрим визначенням сили тяжіння.

БЕЗ СУДУ І СЛІДСТВА — ЯК ГРІМ СЕРЕД ЯСНОГО НЕБА

Сам О. Я. Орлов так згадує про роботу ПГО тих часів (мовою оригіналу рукопису): «...Вообще небольшой коллектив, работавший под моим руководством, не жалел труда, чтобы поставить дело на должную высоту и создать доброе имя новой обсерватории. Наши успехи были скоро признаны, как правительственными, так и общественными организациями и это воодушевляло нас и поощряло к новым трудам и мы готовы были уже сообщить о новых достижениях когда вдруг без всякого, как говорится, «суда и следствия», 1-го января 1934 г. был издан приказ за № 1 (*авторська ремарка: Наказ по Інституту метрології і стандартизації*) о том, что я снят с должности директора Полтавской Обсерватории, и с тех пор рука вредителей в течении почти пяти лет задерживала все организованные до сего времени работы; создались склоки, неприятности, ссоры, которые были ликвидированы лишь в недавнее время...

...«Обследование» моей деятельности, как директора Полтавской Обсерватории было произведено в мое отсутствие весной 1934 г. Как я потом узнал, обследование велось в атмосфере крайнего озлобления и походило на бандитский налет. Сотрудники были терроризированы и не могли дать правильных показаний. Факты подтасовыва-

лись и искажались. Обследователи пользовались даже явной клеветой, чтобы обвинить меня и дискредитировать в глазах Партии и Правительства. Замки моих столов были сломаны; вскрывались запертые мною ящики; перерывались вещи даже в моей квартире.

...В результате налета был составлен отвратительный «Акт», в котором были собраны клеветнические измышления; нет, кажется, преступления, в котором бы меня не обвиняли...».

Цей «Акт» було розіслано всім обсерваторіям Союзу, але для обвинувачувачів реакція була зовсім протилежною очікуваній. Самого «Акта» в архівах ПГО не знайдено.

НА ЗАХИСТ ПГО ВСТАЛИ «АСТРОНОМІЧНІ ЗУБРИ»

Астрономічна спільнота в особі її «астрономічних зубрів» (так назвали укладачі «Акта» захисників ПГО) встала на захист О. Я. Орлова та ПГО. Наведімо як приклад короткі виписки з деяких документів (мовою оригіналу).

— Профессор Московского госуниверситета **А. А. Михайлов**.

«...Полтавская обсерватория за короткое время своего существования провела большую и хорошо организованную работу по общей гравиметрической съемке Украины. Это работа выгодно отличается от работ других учреждений тем, что преследовались цели именно общей гравиметрической съемки, проводимой целыми площадями, а не отдельными маршрутами. Работы Полтавской Обсерватории заслуживают самой положительной оценки...5 мая 1934».

— Член-корреспондент Академии наук СССР проф. **С. Н. Блажко**.

«...Во время пребывания на Обсерватории я имел возможность оценить организаторский талант проф. А. Я. Орлова. Он сумел найти подходящее место и приступить к организации такой Обсерватории, которая должна была стать центром гравиметрических работ на Украине, одной из международных станций для исследования колебаний широты и континентальной станцией для исследования колебаний земной коры. Полтавская Обсерватория является образцом организации, имеющей несколько задач, но вместе с тем одно определенное лицо...Апрель 1934 г.»

— Астроном Пулковской обсерватории **В. А. Елистратов**.

«...За короткое время своего существования Полтавская Обсерватория, основанная в 1926 г. и руководимая проф. А. Я. Орловым, предназначена для астрономо-геофизических работ в 3-х направлениях. Это, во-первых, составление гравиметрической карты; во-вторых, наблюдения лунно-солнечных деформаций твердой земной коры; и в-третьих, наблюдения изменений места полюсов земли. Таким обра-

зом, Обсерватория в Полтаве совершенно особенного типа, единственная в этом отношении в Союзе, была задумана проф. А. Я. Орловым и осуществлена под его руководством по плану, отличавшемуся большой внутренней цельностью...27 апр. 1934 г.»

— Член-корреспондент Академии наук СССР проф. **К. Д. Покровский**.

«...Я буквально поражен обстановкой, оборудованием Обсерватории, размахом ее работ, широким интересным планом, а также необыкновенным уютом тихой тенистой усадьбы, который содействует плодотворной работе...17 дек. 1934».

— Астроном Всесоюзного института метрологии **Н. Х. Прейпич**.

«...В результате трудов проф. А. Я. Орлова в Полтаве создан мощный гравиметрический центр, работы которого имеют не только всеобщее, но и международное значение...14 апр. 1934 г.»

Як свідчать архівні матеріали, існує ще багато документів щодо підтримки і захисту Полтавської гравіметричної обсерваторії та її засновника О. Я. Орлова.

Вердикт

Не зважаючи на думки «астрономічних зубрів», укладачі обвинувального «Акта» прагнули і чекали рішення суду. Проте проведене судове слідство зі справи ПГО було все ж припинено після отримання матеріалів від «астрономічних зубрів» і втручання прокурора Союзу А. Я. Вишинського. Далі наведімо виписку з прокурорського вердикту, текст якого відмічено в рукописі О. Я. Орлова: *«Рассматривая пункты обвинения, некоторые из них нельзя не признать анекдотическими. Разобрав весь материал, собранный против проф. Орлова, я прихожу к выводу о необоснованности главных обвинений, смехотворности других и нецелесообразности вести уголовное дело»*.

Усі згадані нами події щодо ПГО, звісно, не викликали ні захвату, ні спокою О. Я. Орлова. У його рукописі є такий запис: «...Дело таким образом было прекращено, но «акт» остался и этот «акт» потом копировался и рассылался по разным учреждениям с целью дискредитировать меня везде, где только можно. Трудно описать, сколько неприятностей, унижений и материальных осложнений причинил мне этот «акт», но самое главное это, конечно, то, что вокруг Полтавской Обсерватории создалась атмосфера отвратительных интриг и склоки. Ею завладели люди, которые были совсем не в состоянии провести намеченные в Полтаве работы и научная жизнь молодой Обсерватории шла с перебоями, а к 1937 году совсем замерла, что и было отмечено в протоколах февральской сессии Астрономической группы Академии Наук СССР, где было сказано: «Особое внимание

должно быть обращено на Полтавскую Обсерваторию, где научная работа в 1937 г. фактически не велась»...»

Та все ж у Полтавську обсерваторію прийшли зміни!.. У жовтні 1938 р. О. Я. Орлов був поновлений на посаді директора Полтавської гравіметричної обсерваторії, яка на той час була вже включена до складу Академії наук УРСР.

У рукописі О. Я. Орлова такий запис: «С большой радостью возвращаюсь я к своей прежней обязанности. За эти 5 лет многое пораздилось. Обсерватория в научном и хозяйственном отношении отстала от жизни, отстала от общего грандиозного подъема в нашей стране. Молодые сотрудники Полтавской Обсерватории обещают мне поддержку и обещают учиться и работать. Все воодушевлены желанием наверстать потерянное время и уничтожить последствия пятилетнего вредительства. Это придает мне новые силы, несмотря на мои годы...»

О. Я. Орлов далі керував Полтавською гравіметричною обсерваторією АН УРСР до 1951 р. У 1939 р. О.Я. Орлова обирають академіком АН УРСР.

ЗВИТЯГА, ЗАВЗЯТІСТЬ І НЕВГАМОВНІСТЬ

Отже, О. Я. Орлов був змушений залишити Полтаву в 1934 р. через задрість і наклепи «темних» сил. І повернувся він до ПГО лише у 1938 р., щоб знову очолювати Обсерваторію до 1951 р. (але вже Полтавську гравіметричну обсерваторію у складі Академії наук УРСР).

Правда перемогла! Можна було б і заспокоїтися, та невгамовність характеру Олександра Яковича, мабуть, потребувала нових звитяг.

Наприкінці 1938 р. О. Я. Орлов пропонує реалізувати запланований і нездійснений проєкт Української академії наук 1919 р. щодо будівництва академічної Головної астрономічної обсерваторії і проводить активну підготовку плану будівництва такої обсерваторії АН УРСР у Києві на терені так званого Звіринця. А наприкінці 1939 р., саме перед новим, 1940-м, роком О. Я. Орлов відвідує Карпати — обсерваторію на горі Піп Іван, щоби з'ясувати можливість відродження її роботи. Та Друга світова війна руйнує всі плани.

Але в 1944 р., ще під час війни, зразу ж після звільнення Києва від фашистських загарбників, О. Я. Орлов очолює розробку проєкту будівництва Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР на вибраній ним поляні Голосіївського лісу. Що і було реалізовано: дата заснування ГАО АН УРСР — 17 липня 1944 р.!

Хіба це не може викликати здивування діями вченого, наділено-го такою звитягою і мужністю, які рівнозначні подвигу!?

ФРАНЧЕСКО ФОНТАНА — АВТОР ПЕРШОГО ІЛЮСТРОВАНОГО ВИДАННЯ З АСТРОНОМІЇ

М. В. ЛАШКО

кандидат педагогічних наук

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

365 років тому в Неаполі від чуми помер відомий італійський оптик та астроном Франческо Фонтана (1580—1656), який став одним з найвідоміших конструкторів телескопів у XVII ст. Про його ранні роки дійшло мало відомостей. Відомо, що Ф. Фонтана закінчив юридичний факультет університету Неаполя в 1600-х, але через певний час вирішив присвятити себе математичним наукам. Згодом, зацікавившись астрономією, він став виготовляти телескопи, завдяки чому став відомим у широких наукових колах. Незабаром його слава як оптика розійшлася по Європі. Так, уже в 1620—1630-х рр. Ф. Фонтана був відомий як чудовий оптик, а з 1637 р. його ім'я фігурувало в листах Галілея, Торічеллі, Гюйгенса та ін. Про якість його телескопів може свідчити і той факт, що перші повідомлення про спостереження Ф. Фонтани були опубліковані ще 1643 р. у праці «*Detectio dioptrica*» німецького вченого Маттіаса Хірцгартера, де, зокрема, йшлося і про спостереження Фонтаною кільця навколо Сатурна [1, с 20].

Астрономічні спостереження Франческо Фонтана розпочав 1629 р. Завдяки високій якості телескопів йому вдалося виявити в 1636 р. плями на диску Марса; простеживши їхні зміщення, він висунув ідею про обертання планети навколо своєї осі. Згодом, у 1639 р., він став першим астрономом, якому вдалося встановити фази Меркурія, а ще пізніше — спостерігати атмосферні пояси Юпітера, кільця Сатурна та проходження Меркурія перед диском Сонця.

Свої спостереження Франческо Фонтана підсумував у 1646 р. в книжці «*Novae coelestium, terrestrium que rerum observationes*» (Нові спостереження земних та небесних речей») (рис. 1), яка містила дані спостережень упродовж 1629—1646 рр. і стала першим ілюстрованим виданням в епоху телескопічних спостережень. Насичена ілюстраціями (27 ілюстрацій Місяця, які відображали всі фази місячного циклу, та 26 зображень планет), з мінімальною кількістю тексту, видання започаткувало нове покоління ілюстрованих книжок з астрономії.

Праця поділялася на вісім розділів. Перший розділ автор повністю присвятив темі телескопа та його історії, починаючи від античності. У другому, третьому і четвертому розділах описано його



Рис. 1. Франческо Фонтана (1580—1656) і титульна сторінка його праці

спостереження Місяця; у п'ятому — спостереження Меркурія і Венери; шостий розділ присвячено Марсу і Юпітеру; сьомий — Сатурну та спостереженням скупчення Плеяд. Останній розділ висвітлює спостереження з мікроскопом.

Розгляньмо працю докладніше. У першому розділі «De tubo optico» («Про оптичну трубу») Ф. Фонтана здійснив короткий екскурс в історію телескопа, починаючи від часів античності. Він відкинув можливість того, що стародавні греки вже знали телескоп, на тій підставі, що вони не виявили жодної деталі Місяця та зір і в них немає жодної згадки про фігури планет. За його твердженням, усі важливі відкриття про планети та зорі зробив за допомогою телескопа Галілей. Перелічивши його відкриття (зоряна структура Чумацького Шляху та багатьох туманностей; факт, що кількість нерухомих зір у 10 або й у 20 разів більша, ніж уважав Птолемей; що Юпітер має чотири супутники; що Місяць — не ідеальна сфера; що Сатурн складався з трьох зір, а Венера має фази) [2, с. 16], Франческо Фонтана зазначив, що за допомогою власних телескопів він підтвердив усі ці відкриття Галілея.

У підрозділі «Difficultates, in tubi optici constructione occurrentes» («Труднощі, що виникли під час конструювання телескопа») автор також описав складність виробництва лінз і надання їм ідеальної сферичної форми, включаючи й роль, яку відіграють якість скла, зокре-

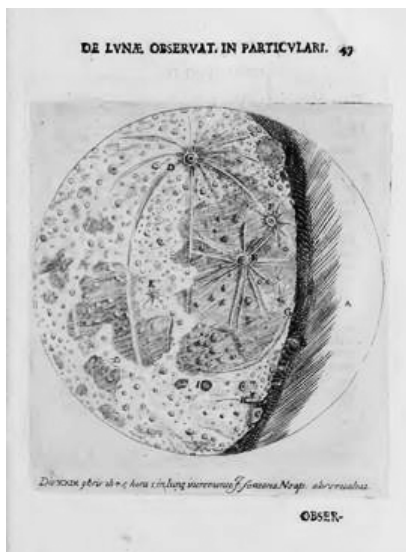


Рис. 2. Місяць



Рис. 3. Меркурій

ма наявність бульбашок повітря у склі, та матеріали, застосовані під час шліфування та полірування лінз. Також Фонтана наголосив на важливості мати спеціальний інструмент для тестування та перевірки лінзи й запропонував використовувати проектоване зображення свічки як процедуру тестування якості лінзи [2, с. 17–22].

Три підрозділи (другий, третій, четвертий) своєї праці «De Lunae observationibus» («Про спостереження Місяця») Фонтана присвятив нашому супутнику. Перший з них — це підсумок усіх його відкриттів на Місяці; у другому представлено 13 спостережень за спадного Місяця, у третьому — 11 спостережень зростаючого Місяця (рис. 2).

У п'ятому розділі «De Mercurii et Veneris observatioinibus» («Про спостереження Меркурія і Венери») автор навів два спостереження Меркурія, де планета описується як «вигнута у вигляді лука з увігнутим краєм, спрямованим у небо, а опуклим краєм повернута до горизонту [2, с. 89–90]. Таким чином, учений виявив, що Меркурій має фази, переконливо показавши, що він обертається навколо Сонця (рис. 3). Подаючи інформацію про спостереження фаз Меркурія, Ф. Фонтана повідомляє, що спостерігав не один, а разом з членом езуїтської колегії отцем Джованні Баптіста Цупо, професором математики в університеті Неаполя, котрий безсумнівно був присутній для того, щоб гарантувати пріоритет його спостережень [2, с. 89].



Рис. 4. Марс



Рис. 5. Юпітер

Цикл спостережень Венери був відображений на шести рисунках. Перший зроблено 22 січня 1643 р., а останній — 14 березня 1646 р. Фонтана також відмітив явище, більш відоме як затінення термінатора. Зокрема, використовуючи ці два спостереження, Ф. Фонтана вважав, що Венера має овальну форму і тому зміна її зовнішнього вигляду передбачає, що вона обертається навколо власної осі. «Errare humanum est» — людині властиво помилятися. Це не оминувло й Франческо Фонтану. Спостерігаючи Венеру у свій телескоп у 1645 р., він заявив про відкриття супутника, хоча насправді це був оптичний дефект або білки оптики його телескопа.

Результати спостережень Марса і Юпітера представлено у шостому розділі «De Martis et Jovis observationibus» («Спостереження Марса і Юпітера»). Одними з найбільш плідних для науки стали спостереження Марса, проведені Фонтаною у 1636—1639-х рр. Завдяки великому збільшенню йому вдалося розгледіти деталі на поверхні планети (темні плями). Стежачи за ними, він дійшов висновку про обертання планети навколо своєї осі.

Далі Фонтана описав вісім спостережень Юпітера від 1630 р. до 1646 р. На ілюстраціях планету показано ідеально сферичною, але по всьому диску він ще в 1630 р. зазначив смуги, які було помітно і під час інших спостережень. Сам Фонтана спеціально спостерігав за сму-



Рис. 6. Покриття Місяцем Сатурна



Рис. 7. Сатурн

гами через різні телескопи, щоби бути впевненим у їхньому існуванні. Кількість смуг варювала від двох до трьох (рис. 5).

Виходячи зі зміни форми смуг Фонтана зробив висновок, що Юпітер обертається навколо власної осі, а обертання планети передбачає, що вона існує незалежно і не прив'язана до сфери нерухомих зір [2, с. 107—109].

У передостанньому розділі «De Saturni et Vergiliarum observationibus» («Спостереження Сатурна і Плеяд») Ф. Фонтана описав сім спостережень Сатурна. Планета, за його словами, мала вигляд у його телескопі повного Місяця, видимого незброєним оком. Перше спостереження було проведене 20 червня 1630 р., коли відбулося покриття Місяцем Сатурна (рис. 6).

Порівнюючи спостереження Галілея і свої, Ф. Фонтана зазначив, що форма планети значно змінилася. Центральне тіло було овальним, і дві «зорі» (кільця — М. Л.), здавалося, «охоплювали саму планету з обох боків» [2, с. 130—133]. Також у наступних спостереженнях 1636 р. супутники були помічені у формі «півмісяця, що дотикається до диска планети», і цього разу диск був абсолютно сферичним [2, с. 134].

Цілком можливо, що різний зовнішній вигляд планети був пов'язаний з удосконаленням телескопа. З плином часу кільця виявилися більш віддаленими від центрального диска. Ф. Фонтана писав, що

«вони мають по обидва боки щось у формі ручок, що утворюють трикутну форму, яка здається прикріпленою до середини ідеального сферичного тіла» [2, с. 136]. Згодом Ф. Фонтана зазначав, що трикутна форма ручок (кілець — М. Л.) стає все більш овальною і вигнутою, а подальші спостереження показали, що кільця стали меншими і віддаленішими. Опис планети в останніх спостереженнях показує, наскільки Ф. Фонтана був близький до розкриття реальної природи планети, яка полягала у зміні положення Сатурна відносно Сонця. Але, на жаль, розгадати реальну природу цього явища вчений так і не зміг.

На думку італійських учених, цілком імовірно, що біля Сатурна Ф. Фонтана міг спостерігати і супутники Титан і Япет, які були відносно яскравими. Титан же був виявлений Гюйгенсом лише в 1655 р., але, зважаючи на його зоряну величину (8^m) і невелику відстань від Сатурна, він цілком міг бути в межах досяжності телескопа Ф. Фонтани.

Як бачимо, більш якісна оптика дала змогу Франческо Фонтані краще розглядіти пояси Юпітера та кільця Сатурна. Ф. Фонтана ще за 10 років до Гюйгенса писав про існування супутника Сатурна, але пояснити природу його кільця так і не зміг.

На жаль, доля зіграла з автором злий жарт. Реакція на вихід його книжки була неоднозначною. Учені очікували від неї докорінного перелому в астрономії, але книжка перекреслила всі їхні сподівання, оскільки була позбавлена будь-якого наукового апарату та рясніла поверховістю аргументів і спостережень. За відсутності будь-якої оптичної теорії, що дало б наукову основу для роботи телескопа, все зводилося до простого технічного опису.

Мова й часто неоднозначні коментарі показали низький теоретичний рівень і наївний інтерес Ф. Фонтани до астрономії, що згодом призвело до того, що від нього відвернулися навіть його найзавзятіші прихильники, а з праці та її автора стали іронічно глузувати опоненти.

Згодом Дж. Б. Річчіолі в 1651 р. у своїй праці «*Almagestum Novum*» («Новий Альмагест»), визнаючи високу якість інструментів, побудованих Ф. Фонтаною, дистанціювався від більшої частини його спостережень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hirtzgarter Matthias. *Detectio dioptrica corporum planetarum verorum*. Francofurti, 1643.
2. Fontana Francesco. *Novae coelestium, terrestrium que rerum observationes, et fortasse hactenus non vulgatae*. Neapolis, 1646.
3. Molaro P. Francesco Fontana and the birth of the astronomical Telescope. *J. Astron. history and heritage*. 2017. 20 (3). P. 271—288.

ПАМ'ЯТНІ ДАТИ В ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ

Л.М. СВАЧІЙ

кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

350 років тому добре знаний французький астроном Дж. Кассіні (1625—1712) відкрив другий супутник Сатурна — Япет. Цей супутник має низку особливостей, зокрема одна його півкуля дуже темна, а друга — дуже світла. Докладні знімки Япета отримано у 2000-х рр. за допомогою американського КА «Кассіні» («Cassini»).

Минає 175 років із дня народження добре відомого американського астронома С.К. Чандлера (1846—1913). Його основні праці стосуються дослідження вільного руху земних полюсів, а також вивчення комет і змінних зір. Зокрема, вчений виявив 428-добовий період коливання осі обертання Землі та склав кілька каталогів змінних зір.

175 років тому відомий англійський астроном У. Ласселл (1799—1880) відкрив перший і найбільший супутник Нептуна — Тритон.

125 років тому народилася радянська вчена-астроном українського походження Н.С. Самойлова-Яхонтова (1896—1994). Її наукові здобутки належать до галузі теоретичної астрономії, зокрема стосуються методів визначення орбіт планет і комет. Дослідниця організувала роботу з обчислення ефемерид астероїдів (малих планет), керувала Службою малих планет СРСР та виданням щорічника «Ефемериди малих планет», що ним широко послуговувалися у світі.

Минає століття з дня народження знаного радянського астрофізика-теоретика, одного з піонерів плазмової астрофізики, С.А. Каплана (1921?1978). Учений відомий працями стосовно теорії білих карликів, динаміки міжзоряного середовища, теорії турбулентності у магнітному полі, поширення швидких частинок у міжзоряних магнітних полях, розрахунків імовірностей плазмових процесів, які викликають генерацію потужного радіовипромінювання, тощо. С.А. Каплан написав цілу низку монографій і науково-популярних книжок. Тривалий час учений мешкав і працював у Львові — читав усі курси астрономії у Львівському університеті та очолював відділ астрофізики в університетській обсерваторії.

50 років тому на геоцентричну орбіту виведено радянську станцію «Салют» — першу у світі пілотовану орбітальну станцію. Найваж-

лівіші результати цієї історичної події такі: випробувано першу орбітальну станцію в космічному польоті (вона функціонувала на орбіті 175 діб); космонавти перебували на борту понад 20 діб, провівши серію астрофізичних досліджень, технічних експериментів, багато візуальних спостережень та медико-біологічних досліджень.

Півстоліття тому, в серпні 1971 р., відбулося чергове велике протистояння Марса. Того ж року до Червоної планети запущено зразу три АМС: дві радянських — «Марс-2» і «Марс-3» та американську «Маринер-9». Через півроку вони прибули до Марса, ставши його першими штучними супутниками. Спускні модулі радянських АМС здійснили перші в історії жорстку й м'яку посадки на поверхню нашого космічного сусіда. Орбітальні модулі усіх трьох космічних апаратів упродовж кількох місяців передавали на Землю інформацію про поверхню й атмосферу Марса, а також про міжпланетний простір. Особливістю тодішніх досліджень стала наявність потужної пилової бурі у південній півкулі Марса, що до кінця 1971 р. ускладнило вивчення поверхні Червоної планети, зокрема унеможливило роботу приладів спускного модуля: передання інформації зі спускного апарата (фрагмента першої марсіанської панорами) тривало всього 15 с. Разом з тим, завдяки комплексним дослідженням з борту трьох орбітальних модулів вдалося здобути цілу низку наукових результатів. З борту радянських АМС проведено вимірювання температури поверхні та приповерхневого шару Червоної планети, отримано інформацію про її рельєф, про характеристики марсіанської атмосфери й біляпланетного простору, виміряно висоту хмар пилу під час пилової бурі, визначено властивості іоносфери Марса, а також встановлено наявність у нього слабкого магнітного поля. За допомогою АМС «Марс-3» отримано знімки Червоної планети з різних відстаней, а також, завдяки французькій апаратурі «Стерео», виконано дослідження сонячного радіовипромінювання. Основне завдання космічної місії «Маринер-9» полягало у телевізійному зніманні Марса та його природних супутників. З борту цієї АМС отримано багато фотографій Марса, Фобоса та Деймоса; на знімках видно цілу низку цікавих об'єктів на поверхні Червоної планети, серед яких велетенські каньйони, кратери, великі вулканічні утворення.

Крім того, цьогоріч минає:

475 років з дня народження добре знаного данського астронома, віртуозного спостерігача **Тіхо Браге** (1546—1601) (див. «Короткий астрономічний календар» [на] 1996 р., К., 1995, с. 204—206);

450 років з дня народження видатного німецького вченого **Йоганна Кеплера** (1571—1630), який виявив закономірності руху планет навколо Сонця (див. «Астрономічний календар» [на] 2005 р., К., 2004, с. 232—236);

425 років з дня народження відомого французького філософа, математика і фізика **Рене Декарта** (1596—1650) (див. «Астрономічний календар» [на] 2000 р., К., 1999, с. 222, 223);

375 років від дня народження англійського астронома, видатного спостерігача **Джона Флемстіда** (1646—1719) (див. «Короткий астрономічний календар» [на] 1996 р., К., 1995, с. 206, 207);

275 років із дня народження відомого італійського астронома **Джузеппе Піацці** (1746—1826), який відкрив перший астероїд (див. «Короткий астрономічний календар» [на] 1996 р., К., 1995, с. 207, 208)

200 років із дня народження знаного російського астронома **Маріана Ковальського** (1821—1884), який вперше висловив ідею про обертання Галактики (див. «Короткий астрономічний календар» [на] 1996 р., К., 1995, с. 209—212);

175 років від дня народження знаного американського планетолога **Уїльяма Пікерінга** (1858—1938) (див. «Короткий астрономічний календар» [на] 1996 р., К., 1995, с. 215—217).

350 років тому, 25 жовтня 1671 р., добре знаний французький астроном, талановитий спостерігач Джованні Доменіко Кассіні (1625—1712) відкрив другий супутник Сатурна — Япет.

Це небесне тіло названо на честь героя давньогрецької мітології титана Япета — сина Урана, батька Прометея та Атланта, предка людського роду.

Япет — третій за величиною супутник Сатурна; його розміри становлять 1491×1424 км, маса дорівнює $1.805635 \cdot 10^{21}$ кг. Щільність цього небесного тіла невелика, всього 1.088 г/см³, тому припускають, що він майже повністю складається з водяного льоду.

Велика піввісь орбіти Япета становить $3\,560\,820$ км, ексцентриситет орбіти — 0.029 , період обертання навколо Сатурна трохи перевищує 79 земних діб, нахил орбіти Япета до площини екліптики становить 17.3° , до площини екватора Сатурна — 15.5° .

Япет найцікавіший тією особливістю, що одна його півкуля дуже темна, чорна (альbedo не перевищує 0.05), а друга, навпаки, дуже світла (альbedo становить 0.6). Про це здогадався ще Дж. Кассіні, адже спочатку він міг бачити нововиявлений супутник у телескоп тільки тоді, коли Япет перебував західніше від Сатурна. І тільки через кілька років, послуговуючись потужнішим телескопом, учений зміг помітити Япет, коли той перебував на схід від своєї планети. При цьому його блиск був слабшим на дві зоряних величини (максимум блиску — 10.2^m — припадає на максимальну західну елонгацію, а мінімум блиску — 12.3^m — має місце під час східної елонгації). З цьо-

го впливало, що один бік Япета набагато темніший від другого, і що Япет повернутий до Сатурна завжди одним і тим самим боком.

Ще одна цікава особливість Япета — унікальний гірський хребет, який простягається вздовж його екватора (так звана стіна Япета).

Перші знімки Япета отримано за допомогою КА «Вояджер-1» у 1980 р. Багато інформації про цей супутник надійшло з борту американської АМС «Кассіні» («Cassini»), котра досліджувала систему Сатурна у 2004—2017 рр.

175 років тому, 16 вересня 1846 р., у м. Бостоні (шт. Массачусетс, США) народився **Сет Карло Чандлер**, який згодом став добре знаним у світі астрономом.

Вищу освіту С.К. Чандлер здобув у Гарвардському університеті, який закінчив 1861 р. У 1864 р. обдарований юнак став працювати у Береговій геодезичній службі США як помічник засновника і директора Бюро довгот цієї Служби — астронома Бенджаміна Гулда (1824—1896). У цій організації С.К. Чандлер працював кілька років, а після того як Б. Гулд переїхав до Аргентини, став співробітником страхової компанії на посаді актуарія (з 1871 до 1881 рр.). Після того С.К. Чандлер до 1904 р. працював у Гарвардській обсерваторії.

Основні наукові праці С.К. Чандлера стосуються досліджень вільного руху полюсів Землі, а також вивчення комет, астероїдів і змінних зір.

Ще наприкінці XVIII ст. видатний учений Л. Ейлер (1707—1783) передбачив, що полюси Землі переміщуються по її поверхні, та обчислив період такого руху. Класичний ейлерівський період руху земних полюсів, обчислений на основі припущення про Землю як абсолютно тверде тіло, становить 305 діб.

Проаналізувавши спостереження, отримані різними астрономами за більш ніж 200 років (кілька десятків тисяч спостережних значень широт, отриманих на багатьох обсерваторіях), С.К. Чандлер дійшов висновку, що деякі непояснені до того суперечності в даних спостережень зумовлені коливаннями широти спостережного пункту, тобто рухом полюса Землі. С. Чандлерові вдалося виявити (1891 р.), що для широт характерна зміна з періодом 428 діб (крім річної складової), тобто період цієї зміни набагато довший, ніж ейлерівський. Період коливання осі обертання Землі (або період вільного коливання земних полюсів), рівний 428 діб, дістав назву *періоду Чандлера*, а сам цей рух називають *чандлерівським рухом* земних полюсів.

Чандлерівський рух земної осі з періодом 434 ± 2 доби та амплітудою $0.12\text{--}0.25''$ тепер досить добре досліджений. Його наявність доведено на основі теоретичних розрахунків, але не зовсім з'ясовано чинники збудження коливань із таким періодом, тим більше, що величина цього періоду змінюється із часом. Питання щодо збудження чандлерівської нутації (або вільної нутації) є надзвичайно складним. Наявність різниці між періодом Чандлера та класичним ейлерівським періодом деякою мірою пояснив американський астроном Саймон Ньюком (1835—1909), розглянувши Землю як пружну кулю (1892 р.). Зауважмо, що, у свою чергу, спостереження за переміщенням полюсів Землі може допомогти у вивченні її пружних властивостей.

Немало уваги приділив С.К. Чандлер дослідженням комет і змінних зір, зокрема склав кілька каталогів змінних зір.

Упродовж 1896—1909 рр. учений був головним редактором одного з провідних наукових видань — «Astronomical Journal», що його заснував Б. Гулд.

За наукові заслуги Сета Чандлера нагороджено Золотою медаллю Лондонського королівського астрономічного товариства (1896 р.) та медаллю ім. Джеймса Уотсона Національної АН США (1894 р.). На честь ученого названо кратер на Місяці.

175 років тому, 10 жовтня 1846 р., через 17 днів після відкриття Нептуна, відомий англійський астроном Уільям Ласселл (1799—1880) відкрив перший і найбільший супутник цієї планети-велетня, що згодом дістав назву **Тритон**. До пошуків супутників Нептуна У. Ласселл приступив, отримавши лист від англійського астронома Джона Гершеля (1792—1871) з відповідним проханням.

Це небесне тіло названо на честь героя давньогрецької мітології бога Тритона — сина Посейдона.

Тритон — найбільший супутник Нептуна, сьомий за величиною супутник у Сонячній системі. Його середній радіус становить 1353 км, маса дорівнює $2.14 \cdot 10^{22}$ кг, а середня густина — 2.061 г/см³.

Велика піввісь орбіти Тритона становить 354 759 км, її ексцентриситет — 0.00002, нахил орбіти до площини екліптики становить 130° , до площини екватора Нептуна — 157° . Рух Тритона по орбіті ретроградний; супутник повернутий до Нептуна завжди одним і тим самим боком; період обертання навколо Нептуна становить приблизно шість земних діб.

Тритон належить до небагатьох геологічно активних супутників планет у Сонячній системі, він має розріджену атмосферу, що складається головно з азоту.

125 років тому, 14 серпня 1896 р., у м. Харкові народилася **Наталія Сергіївна Самойлова-Яхонтова**, котра згодом стала добре відомою фахівчиною в галузі теоретичної астрономії.

Щоб здобути вищу освіту, Н.С. Самойлова-Яхонтова вступила на кафедру астрономії фізико-математичного відділення Вищих жіночих Бестужевських курсів у м. Петрограді (тепер м. Санкт-Петербург). У 1917 р., через події Жовтневого перевороту, юна студентка перевелася до Харківського університету, який закінчила 1919 р.

З 1922 р. наукова діяльність Н.С. Самойлової-Яхонтової пов'язана з Астрономічним інститутом (м. Санкт-Петербург), заснованим 1919 р. (тоді він називався Обчислювальний інститут), який у 1943 р. дістав назву *Інститут теоретичної астрономії (ІТА) АН СРСР* (у 1998 р. він увійшов до складу Інституту прикладної астрономії РАН). Спочатку дослідниця працювала на посаді обчислювача, а протягом 1936—1942 рр. очолювала сектор теоретичної астрономії та небесної механіки в цьому закладі. Під час Великої Вітчизняної війни вчена працювала в Державному оптичному інституті (тепер АТ «Державний оптичний інститут ім. С.І. Вавилова», м. С.-Петербург, РФ), а 1945 р. знову стала працювати в ІТА АН СРСР.

Одне з основних завдань Інституту полягало в обчисленні ефемерид астероїдів (ефемерида — це таблиця координат об'єкта на небесній сфері, обчислена через однакові проміжки часу). Він здійснював також організацію та координування всіх досліджень в СРСР, пов'язаних з астероїдами (малими планетами). З 1946 р. ІТА став



міжнародним центром з вивчення руху астероїдів: згідно з постановою Між-народного астрономічного союзу ІТА провів обчислення ефемерид всіх занумерованих астероїдів, а також обчислення їхніх збурень та уточнення параметрів їхніх орбіт. Крім того, ІТА видавав щорічник «Ефемерида малих планет» («Эфемериды малых планет»), де вміщено ефемерида та елементи орбіт астероїдів. Ці завдання ІТА виконував у тісному співробітництві з Планетним центром в Цінціннаті (США), котрий видав усім, що стосується спостережень астероїдів у світі.

Упродовж 1945—1956 рр. Н.С. Самойлова-Яхонтова була керівником відділу малих планет і комет ІТА АН СРСР, у 1946 р. здобула звання професора.

Основні наукові дослідження Н.С. Самойлової-Яхонтової стосуються двох царин теоретичної астрономії: розв'язку задачі трьох тіл та визначення орбіт планет і комет. Немало уваги приділила дослідниця одній із найважливіших проблем небесної механіки — поліпшенню збіжності розкладань пертурбаційної функції у тригонометричні ряди. Учена показала можливість практичного застосування методів, що вона їх розробила, для визначення параметрів руху астероїдів. Н.С. Самойлова-Яхонтова вдосконалила наявні тоді методи диференціального уточнення планетних і кометних орбіт. Велика заслуга вченої в тому, що вона організувала й очолила роботу з обчислення ефемерид астероїдів, а також керувала виданням згаданого вище щорічника «Ефемериди малих планет», яким широко послуговувалися у світі.

Н.С. Самойлова-Яхонтова очолювала так звану *Службу малих планет* СРСР, котра завдяки старанням ученої стала одним із найважливіших світових центрів зі спостережень астероїдів.

Під редакцією Н.С. Самойлової-Яхонтової вийшла наукова монографія «Малі планети» («Малые планеты») (вид. «Наука», Москва, 1973 р., 360 с.). Сама Н.С. Самойлова-Яхонтова є автором трьох розділів цієї монографії, а саме: «Історія відкриття й досліджень малих планет», «Поліпшення орбіт малих планет» і «Фізичні дослідження малих планет». Усього названа монографія охоплює 12 розділів.

Немало уваги приділила дослідниця обчисленням математичних, балістичних та інших таблиць. Серед таких її праць назвімо «Таблиці еліптичних інтегралів» («Таблицы эллиптических интегралов», 1935 р.).

На честь ученої названо астероїд Головного поясу *1653 Яхонтовія* (*Yakhontovia*), відкритий 1967 р.

100 років тому, 10 жовтня 1921 р., у містечку Рославль Смоленської губернії, в родині інтелігентів народився **Самуїл Аронович Каплан** — майбутній видатний радянський астрофізик.

У 1926 р. сім'я Капланів переселилася до Ленінграда (тепер м. Санкт-Петербург, РФ); батько майбутнього вченого влаштувався на посаду доцента в Ленінградський лісовий інститут, а мати викладала в школі англійську мову.

У С.А. Каплана рано проявилися здібності і зацікавленість щодо точних наук. Закінчивши школу 1939 р., він вступив до Ленінград-



ського педагогічного інституту ім. О.І. Герцена на математичний факультет. У листопаді того ж року юнака призвали на службу в армію, де його і застала війна.

Від першого й до останнього дня Великої Вітчизняної війни С.А. Каплан перебував у військах Ленінградського фронту, був сержантом-електриком батареї зенітної артилерії, узяв безпосередню участь у прориві блокади Ленінграда. У той же час він самостійно опановував інститутські дисципліни, здавав екстерном іспити. До літа 1945 р. С.А. Каплан здав екзамени за повний

курс математичного факультету Ленінградського педінституту й отримав диплом учителя математики.

Демобілізувавшись із армії восени 1945 р., С.А. Каплан вступив до аспірантури Ленінградського державного університету на астрофізичну спеціальність. Навчаючись в аспірантурі, він працював над теорією білих карликів — відносно гарячих зір (спектральних класів В, А, F), що мають невеликі (планетні) розміри й низьку світність. Білі карлики — це зорі на одній з кінцевих стадій еволюції. Їх ще називають виродженими зорями, бо в їхніх надрах електрони перебувають у стані релятивістського виродження.

У 1948 р. молодий учений захистив кандидатську дисертацію на тему «Джерела енергії та еволюція білих карликів» і, таким чином, достроково закінчив аспірантуру. Того ж року його направили працювати у Львівський державний університет ім. І. Франка (тепер Львівський національний університет ім. Івана Франка). Там С.А. Каплан працював до 1961 р. — керував відділом астрофізики Астрономічної обсерваторії і провадив викладацьку діяльність на кафедрі теоретичної фізики університету, де читав усі курси астрономії того часу: від загальної астрономії до загальної теорії відносності.

У «львівський» проміжок життя учений зацікавився космічною газодинамікою та фізикою міжзоряного середовища. Він блискуче захистив (на механіко-математичному факультеті Московського держуніверситету) докторську дисертацію на тему «Методи газодинаміки міжзоряного середовища» (1957 р.). Після цього С.А. Каплан став на посади заступника директора з наукової роботи обсерваторії та професора кафедри теоретичної фізики Львівського держуніверситету.

У 1961 р. С.А. Каплан переїхав у м. Горький (тепер м. Нижній Новгород, РФ), де на запрошення став працювати старшим науковим співробітником у Науково-дослідному радіофізичному інституті

(НДРФІ) — провідній науковій установі СРСР, а також як професор Горьківського університету (з 1966 р.). У Горькому вчений велику увагу приділяв проблемам нової галузі науки — плазмової астрофізики. У НДРФІ вчений працював до кінця своїх днів.

Самуїл Аронович Каплан трагічно загинув 11 червня 1978 р. — потрапив під поїзд, повертаючись із Ленінграда в Горький.

Як уже зазначено вище, наукові роботи С.А. Каплана стосуються головним чином теоретичної астрофізики. Його колеги відмітили, що свого часу С.А. Каплан був найвидатнішим астрофізиком-теоретиком у СРСР. Працюючи над питанням внутрішньої будови білих карликів, вчений першим визначив межу щільності цих екзотичних зір, зумовлену ефектами загальної теорії відносності (інакше кажучи, визначив релятивістську межу щільності для білих карликів). Він також виконав розрахунки для процесу охолодження білих карликів (класична теорія охолодження білих карликів: теорія Каплана—Местела) та визначив радіус останньої стійкої орбіти в полі Шварцшільда.

Неабиякий внесок С.А. Каплана в розвиток динаміки міжзоряного середовища. Вчений визначив параметри міжзоряної турбулентності, разом з колегами дослідив особливості структури й руху ударних хвиль у міжзоряному й міжпланетному середовищах та в сонячній короні, вивчив роль процесів висвічування з-за фронту хвилі, показав велику роль випромінювання в теорії міжзоряних ударних хвиль.

С.А. Каплан виконав теоретичний аналіз взаємодії між собою рухів газу, які мають різні масштаби, і встановив, що такий рух є заплутаним, турбулентним. Вчений працював над теорією турбулентності у магнітному полі, дослідив поширення швидких часток у міжзоряних магнітних полях.

С.А. Каплан був авторитетним фахівцем щодо теорії переносу випромінювання. Він здобув низку важливих результатів стосовно теорії переносу випромінювання в нестационарному середовищі.

С.А. Каплан — один з піонерів плазмової астрофізики. Разом із радянським (російським) ученим В.М. Цитовичем (1929—2015) він виконав розрахунки ймовірності різноманітних плазмових процесів, які стають причиною потужного когерентного радіовипромінювання та прискорення швидких часток у космічних об'єктах. Ці розрахунки мали велике значення для розвитку теорії радіовипромінювання Сонця, теорії пульсарів та активних ядер галактик. Завдяки працям С.А. Каплана дістали інтерпретацію виконані на космічних апаратах дослідження низькочастотного радіовипромінювання Сонця та спектрів електронів сонячних космічних променів.

С.А. Каплан цікавився й іншими питаннями астрономії. Він узяв активну участь в експедиції для спостереження сонячного затемнен-

ня в Казахстані (1952 р.), не раз бував у зруйнованій обсерваторії на горі Піп Іван (г. Карпати), організував у ЛДУ станцію для оптичних спостережень, де спостерігали перший ШСЗ (1957 р.).

Окремо слід сказати про наукові й науково-популярні праці С.А. Каплана. Колеги відмічали його прекрасний і своєрідний науково-літературний стиль, який давав змогу встановити авторство С.А. Каплана, прочитавши всього дві-три початкових фрази роботи!

У доробку С.А. Каплана понад 150 статей та ціла низка монографій, котрі стали широко відомими серед фахівців світової наукової спільноти. Зокрема, це такі монографії: «Вступ до космічної газодинаміки» («Введение в космическую газодинамику», 1958 р., у співавторстві з Ф.А. Баумом і К.П. Станюковичем), «Міжзоряна газодинаміка» («Межзвездная газодинамика», 1958 р.), «Плазмова астрофізика» («Плазменная астрофизика», 1972 р., у співавторстві з В.М. Цитовичем), «Розмірності й подібність астрофізичних величин» («Размерности и подобие астрофизических величин», 1976 р., у співавторстві з Е.А. Дібаєм), «Фізика плазми сонячної атмосфери» («Физика плазмы солнечной атмосферы», 1977 р., у співавторстві з С.Б. Пікельнером і В.М. Цитовичем),

А фундаментальну працю С.А. Каплана (у співавторстві з С.Б. Пікельнером) «Міжзоряне середовище» («Межзвездная среда», 1963 р., 532 с.) вважають найкращою у серії радянських книжок «Проблеми теоретичної астрофізики». Згодом ці ж автори написали ще одну монографію за тією ж тематикою, котра вийшла під назвою «Фізика міжзоряного середовища» («Физика межзвездной среды», 1979 р., 592 с.).

С.А. Каплан — талановитий та активний популяризатор науки. Людина великої ерудиції, він написав багато науково-популярних книжок і брошур на різноманітні теми, зокрема «Як побачити, почути й сфотографувати ШСЗ» («Как увидеть, услышать и сфотографировать ИСЗ»), «Візуальні спостереження штучних супутників Землі» («Визуальные наблюдения искусственных спутников Земли», 1957 р., у співавторстві з І.С. Астаповичем). Широко відома його книжка «Фізика зір» («Физика звезд»), яка витримала з десяток видань, зокрема за кордоном.

С.А. Каплан — один з авторів і редактор досить цікавої книжки «Позаземні цивілізації. Проблеми міжзоряного зв'язку» («Внеземные цивилизации. Проблемы межзвездной связи», 1969 р., 440 с.). Не можна не згадати його книжку «Елементарна радіоастрономія» («Элементарная радиоастрономия», 1966, 276 с.), що вийшла у московському видавництві «Наука»; основою для неї став курс лекцій, які С.А. Каплан читав у середній математичній школі м. Горького на запрошення її директора В.Я. Векслера. У названій книжці в до-

ступному викладі розказано про те, як виникла радіоастрономія, про радіотелескопи, про радіовипромінювання Місяця, Сонця, планет, міжзоряного газу, зір, про радіогалактики, радіолокацію Місяця, планет і метеорів, а також про космічні вибухи як основні джерела космічного радіовипромінювання.

Згадаймо ще брошуру С.А. Каплана «Міжзоряне середовище і походження зір» («Межзвездная среда и происхождение звезд»); вона вийшла друком 1977 р. у московському видавництві «Знание» в рубриці «Новое в жизни, науке, технике», призначена для студентів, викладачів шкіл і вишів, а оскільки написана доступною мовою, то і для всіх зацікавлених у питаннях астрофізики. Її присвячено пам'яті радянського вченого С.Б. Пікельнера (1921—1975), який багато працював над питаннями фізики міжзоряного середовища й газопилових туманностей.

С.А. Каплан прочитав багато блискучих науково-популярних лекцій з астрономії та космонавтики для робітників, працівників науково-дослідних і проєктних інститутів, студентів і школярів.

50 років тому, 19 квітня 1971 р., з космодрому Байконур за допомогою важкої ракети-носія «Протон-К» на геоцентричну (навколоземну) орбіту запущено радянську станцію «Салют» — **першу** у світі **пілотовану орбітальну станцію**.

Цю орбітальну космічну станцію (ОКС) створено в рамках програми цивільних орбітальних пілотованих станцій «Тривала орбітальна станція», скорочено ТОС (мовою оригіналу: Долговременная орбитальная станция, ДОС).

Дослідницькі роботи над створенням орбітальних станцій в СРСР розпочато 1962 р. — саме тоді приступили до проєктування нового космічного корабля (КК), який пізніше дістав назву «Союз». Основні завдання, поставлені при розробленні КК «Союз», стосувалися стикування двох апаратів у космічному просторі: створення засобів для вимірювання параметрів руху двох космічних апаратів (КА) один відносно одного; керування процесом зближення та причалювання; механічне й електричне стикування двох КА; створення спеціальних двигунів, які забезпечують процеси зближення й причалювання та ін.

Наприкінці 1960-х рр. проблему зближення та стикування космічних апаратів вирішили. Актуальним стало чергове завдання: створення самої орбітальної станції.

У 1970 р. розпочато роботи щодо створення орбітальної станції «Салют». Ухвалено було розробляти цю першу станцію як лабора-

торію, де планували перевірити основні принципи створення пілотованих орбітальних станцій, провести низку наукових і технічних експериментів, дослідити можливість тривалої діяльності людини на орбіті. У роботах над названою станцією взяло участь багато фахівців із цілої низки конструкторських бюро та науково-дослідних інститутів СРСР.

Разом з тим фахівці працювали над модернізацією корабля «Союз», щоб перетворити його у транспортний корабель для обслуговування орбітальної станції. Зокрема, основну увагу приділили забезпеченню можливості переходу в станцію через стикувальний вузол після пристикування корабля до станції. Це давало змогу не користуватися для переходу шлюзами та не переходити через зовнішній простір у скафандрах.

До кінця 1970 р. орбітальна станція «Салют» була готова. Як пізніше з'ясувалося, при її конструюванні вдалося знайти досить прості та надійні інженерні рішення для всіх її вузлів. ОКС «Салют» складалася з кількох відсіків. Основою був робочий відсік, який являв собою два з'єднаних циліндри різного розміру (один — з діаметром 2.9 м і завдовжки 3.5 м; другий — з діаметром 4.15 м і завдовжки 2.7 м). У робочому відсіку жили й працювали члени екіпажу, там зокрема містилися наукове обладнання, спортивні тренажери, душева установка. Перед вужчою частиною робочого відсіку був установлений перехідний відсік діаметром 2 м і завдовжки 3 м, а до ширшої частини робочого відсіку був прикріплений агрегатний відсік, у якому розмістили коректувальну двигунну установку, двигуни системи орієнтації, паливні баки. Ззовні до агрегатного відсіку кріпилися дві сонячних батареї.

«Салют» — найперший варіант орбітальної лабораторії. Загальна маса апаратури, встановленої на борту станції, становила кілька тонн. Така велика кількість приладів була потрібна для виконання широкої різнобічної програми.

Станція «Салют» рухалася по дещо витягнутій орбіті (перигей — 200 км, апогей — 222 км) з періодом обертання 89 хв. У квітні 1971 р. до станції запущено першу експедицію: корабель «Союз-10» з космонавтами В.О. Шаталовим (народ. 1927 р.), О.С. Єлисеєвим (народ. 1934 р.) та М.М. Рукавишниковим (1932—2002). Космічний корабель прибув до станції 24 квітня 1971 р., проте успішно пристикувати його та створити герметичний перехід на «Салют», не вдалося. КК «Союз-10» довелося відстикувати, і наступної доби космонавти повернулися на Землю.

Другу експедицію запущено 6 червня того ж року: КК «Союз-11» з космонавтами Г.Т. Добровольським (1928—1971), В.М. Волко-

Поштова марка СРСР 1971 року, на якій зображено загиблих космонавтів Г.Т. Добровольського, В.М. Волкова та В.І. Пацаєва



вим (1935—1971) і В.І. Пацаєвим (1933—1971). Наступного дня корабель успішно пристикувався до станції, на борту якої екіпаж працював 23 земних доби — тоді це був рекордний за тривалістю політ. Космонавти, незважаючи на деякі нештатні ситуації, успішно виконали програму польоту, у процесі якого працювали з рекордною тоді кількістю приладів на борту: провели серію астрофізичних досліджень, технічних експериментів, багато візуальних спостережень та медико-біологічних досліджень.

29 червня космічний корабель відстикувався від станції та почав спускатися з орбіти. На нещастя, ще до входження в атмосферу КК «Союз-11» розгерметизувався, внаслідок чого всі члени екіпажу загинули на етапі спуску та посадки.

Станція «Салют» (або «Салют-1») пропрацювала на орбіті приблизно півроку (175 земних діб) — з 19 квітня до 11 жовтня 1971 р., після чого ввійшла в земну атмосферу. За цей час перевірено її функціонування в різних аспектах, досліджено обладнання та роботу її систем для забезпечення життєдіяльності в реальних умовах космічного польоту. Крім цього, під час роботи станції «Салют» зроблено крок до подовження тривалості перебування людини на орбіті; космонавти Г.Т. Добровольський, В.М. Волков і В.І. Пацаєв, перебуваючи на борту понад 20 діб, почувалися задовільно.

Досвід, набутий при виконанні програми польоту станції «Салют», дав змогу невдовзі приступити до створення досконаліших станцій. У наступні роки були створені й запущені на орбіту кілька станцій цієї серії. Низку змін було внесено і в конструкцію корабля серії «Союз». Крім того, ввели вимогу, щоб на найскладніших ділянках польоту (виведення на орбіту, спуск, стикування) екіпаж корабля перебував у скафандрах — на випадок аварійної розгерметизації корабля.

Кумедно, що станція «Салют» лігала з написом «Заря» на корпусі. Саме так її називали спочатку, а перейменували незадовго до запуску, оскільки назву «Заря» уже мав китайський штучний супутник Землі.

50 років тому, 19 травня 1971 р., з космодрому Байконур за допомогою ракети-носія «Протон-К» з додатковим четвертим ступенем (розгінним блоком «Д») у космос запущено **радянську автоматичну міжпланетну станцію** (АМС) «**Марс-2**». Вона належала до четвертого покоління радянської космічної програми «Марс» (одна із трьох АМС серії М-71) і була призначена для досліджень Червоної планети як з ареоцентричної (навколомарсіанської) орбіти, так і безпосередньо на поверхні Марса. Названу АМС розробили в Науково-виробничому об'єднанні ім. С.О. Лавочкина (тепер АТ «НВО Лавочкина», Російська Федерація). Вона стала першою у світі багатотонною (маса під час запуску — 4625 кг) станцією, успішно запущеною до Марса.

АМС «Марс-2» складалася з двох модулів: орбітального й спускного. Орбітальний модуль мав такі основні частини: відсік для приладів, коректувальний реактивний двигун, сонячну батарею, радіатори системи терморегулювання та ін. На ньому розмішувалися наукові прилади для досліджень міжпланетного простору та околиць Марса і самої цієї планети з орбіти її штучного супутника. Серед наукових приладів назвімо ферозондовий магнітометр, інфрачервоний радіометр (для побудови карти розподілу температури по марсіанській поверхні), інфрачервоний фотометр (для вивчення рельєфу поверхні на основі вимірювання кількості вуглекислого газу), оптичний прилад для визначення вмісту водяної пари спектральним методом, фотометр видимого діапазону (для дослідження відбивальної здатності поверхні й атмосфери Марса), лічильник часток космічних променів, енергоспектрометр заряджених часток, дві фототелевізійні камери. Також на борту АМС були прилад для визначення радіояскравісної температури поверхні в діапазоні 3.4 см і для визначення діелектричної проникності поверхні й температури поверхневого шару до глибини 30—50 см та ультрафіолетовий фотометр для визначення щільності верхньої атмосфери Марса й вмісту атомарного кисню, водню та аргону в марсіанській атмосфері.

Спускний модуль (його маса становила 1 т) містив автоматичну марсіанську станцію приблизно сферичної форми (масою 355 кг), конічний аеродинамічний гальмівний екран, який її прикривав, а також парашути й прилади, які мали забезпечити відокремлення спускного модуля від орбітального, сходження спускного модуля з ареоцентричної орбіти, гальмування в атмосфері й м'яку посадку на поверхню Марса. До складу автоматичної марсіанської станції входив перший у світі марсохід ПрОП-М, призначений для вимірювання

щільності ґрунту. «ПрОП» — це «Прилад оцінки прохідності» (рос. «Прибор оценки проходимости»). Забігаючи наперед, відмітимо, що такий же марсохід був і на АМС «Марс-3».

АМС «Марс-2» спочатку вивели на проміжну орбіту штучного супутника Землі, а потім, послуговуючись розгінним блоком «Д», перевели на міжпланетну траєкторію. Через шість місяців, наприкінці листопада 1971 р., станція підійшла до Марса. Ще до того, як орбітальний модуль став штучним супутником Червоної планети, спускний модуль відстикувався від нього (27 листопада 1971 р.). Але через помилку в програмі спускний апарат увійшов у марсіанську атмосферу під надто великим кутом. Таке круте входження в атмосферу призвело до того, що парашутна система не спрацювала як належало, і спускний модуль розбився об поверхню Марса (Земля Ксанфа, Долина Нанеді, 4° півн. широти, 47° зах. довготи), або, як кажуть, здійснив жорстку посадку на поверхню. Отже, перша у світі спроба м'якої посадки спускного апарата на поверхню Марса виявилася невдалою. Хай як, але все ж він став першим рукотворним предметом на Червоній планеті.

Орбітальний модуль вийшов на дуже витягнуту ареоцентричну орбіту (найбільша віддаль від поверхні планети становила 25 тис км, найменша — 1380 км, період обертання — 18 год, ексцентриситет орбіти — 0.71). Програму польоту завершили через вісім місяців, у серпні 1972 р., після 362 обертів орбітального модуля навколо планети. Увесь цей час він здійснював комплексне дослідження Червоної планети; з АМС «Марс-2» проведено 153 сеанси радіозв'язку.

Погода на Червоній планеті була тоді не зовсім сприятливою для спостережень з борту орбітальних модулів через надзвичайно сильну пилову бурю, котра розпочалася у вересні 1971 р. й закінчилася тільки 10 січня наступного року. Вона виникла в області Noachis і поступово охопила всю південну півкулю планети, що до кінця року ускладнило наукові дослідження поверхні Марса з ареоцентричної орбіти.

Разом з тим усе ж удалося здобути деякі наукові результати. Зокрема, за допомогою приладів на борту АМС «Марс-2» досліджено теплове випромінювання марсіанського ґрунту як в інфрачервоному, так і у радіодіапазоні, а це, в свою чергу, дало змогу визначити структуру ґрунту Червоної планети; отримано фотометричні профілі Марса глобального характеру в багатьох спектральних діапазонах. До того ж, оцінено вміст води в атмосфері Марса за методикою, яка використовує ту ділянку спектру, де домінує відбите сонячне випромінювання, а не теплове планетне; така методика досконаліша від методики, що її використано для вимірювань з борту КА «Маринер-9». Інформація з

борту АМС «Марс-2» допомогла вивчити властивості іоносфери Марса, а також встановити наявність слабкого магнітного поля.

50 років тому, 28 травня 1971 р., з космодрому Байконур за допомогою ракети-носія «Протон-К» з додатковим четвертим ступенем (розгінним блоком «Д») здійснено запуск **радянської автоматичної міжпланетної станції (АМС) «Марс-3»**. Названа АМС належала до четвертого покоління радянської космічної програми «Марс» і була призначена для досліджень Червоної планети як з навколomarсіанської орбіти, так і безпосередньо на її поверхні. АМС «Марс-3» розроблено в Науково-виробничому об'єднанні ім. С.О. Лавочкина (тепер АТ «НВО Лавочкина», РФ).

АМС «Марс-3» складалася з двох модулів: орбітального й спускового. Орбітальний модуль охоплював головну двигунну установку, сонячні батареї, параболічну гостронаправлену антену, відсік для наукових приладів тощо. Наукові прилади були призначені для проведення досліджень як на трасі польоту, так і на аероцентричній орбіті, зокрема були прилади для отримання зображень поверхні Марса, для вивчення розподілу водяної пари по його диску, для визначення газового складу й щільності марсіанської атмосфери, для вимірювання температури поверхні, для визначення магнітного поля на трасі польоту й поблизу Червоної планети тощо.

Один із основних наукових приладів АМС «Марс-3» — інфрачервоний радіометр, який працював у далекій ділянці інфрачервоного діапазону: 8—40 мкм. На цих довжинах хвиль сонячне випромінювання дуже мале, зате власне теплове випромінювання Марса досить інтенсивне (частково воно поглинається марсіанською атмосферою в районі смуг CO_2 — 15 мкм та H_2O — понад 25 мкм). Інфрачервоний радіометр призначався для вимірювання температури Марса.

Ще один прилад — фотометр інфрачервоного діапазону — призначений для вимірювання поглинання у смугі вуглекислого газу (CO_2) 2.06 мкм. На основі вимірювань за допомогою такого фотометра можна обчислити еквівалентну ширину смуги поглинання CO_2 , що, в свою чергу, дає змогу обчислити тиск біля поверхні. Відмінності величин тиску дозволяє оцінити висоти гір та глибини западин.

Серед приладів на борту АМС був і інтерференційно-поляризаційний фотометр для оцінки вмісту водяної пари в марсіанській атмосфері.

Спускний модуль містив автоматичну марсіанську станцію та системи для його відокремлення від орбітального модуля, для пере-

Поштова марка СРСР 1972 року, на якій зображено спускний модуль АМС «Марс-3»



ходу на траєкторію зближення з планетою, для гальмування й спуску в марсіанській атмосфері (гальмівні двигуни й парашути), і, нарешті, для забезпечення м'якої посадки на поверхню Червоної планети. Крім того, у спускному модулі містилася апаратура для вимірювання температури й тиску атмосфери, визначення її хімічного складу (методом мас-спектрокопії), швидкості вітру, а також для визначення хімічного складу й фізико-механічних властивостей поверхневого шару марсіанського ґрунту й отримання панорами за допомогою двох фототелевізійних камер з різними фокусними відстанями.

Автоматична марсіанська станція мала форму, близьку до сферичної. Її закривав конічний аеродинамічний гальмівний екран діаметром понад 3 м. Автоматична марсіанська станція містила марсохід ПрОП-М — перший у світі; він призначався для вимірювання щільності ґрунту Червоної планети.

Узагальнюючи, можна сказати, що наукові прилади АМС «Марс-3» (як і АМС «Марс-2») були двох типів: 1) для вивчення атмосфери й поверхні Червоної планети за випромінюванням у різних спектральних ділянках; 2) для дослідження міжпланетного середовища в околицях Марса. Такого роду дослідження були основними в програмі цього космічного апарата, а фотографування Червоної планети відіграло допоміжну роль. Крім того, на борту АМС «Марс-3» була апаратура «Стерео» для проведення спільного радянсько-французького експерименту з вивчення радіовипромінювання Сонця на частоті 169 МГц.

2 грудня 1971 р., після 188 діб польоту, АМС «Марс-3» наблизилася до Червоної планети. Її орбітальний модуль став третім штучним супутником Марса — першим і другим незадовго до того стали американська АМС «Маринер-9» та радянська АМС «Марс-2». Він передавав наукову інформацію майже дев'ять місяців — з грудня 1971 р. до серпня 1972 р., рухаючись навколо Марса по дуже витягнутій орбіті і здійснивши 20 обертів. Найменша відстань від поверхні планети (у периаресі) становила (1000—1600) км, найбільша (в апоцентрі орбіти) перевищувала 200 тис. км, а період обертання становив приблизно

13 діб. Така орбіта дала змогу дослідити біляпланетний простір до дуже великих висот.

Поблизу Марса, ще до початку переходу орбітального модуля на орбіту штучного супутника планети, спускний апарат АМС «Марс-3» відокремився від орбітального і попрямував до розрахованої точки входу в марсіанську атмосферу. За допомогою конічного гальмівного екрана, системи парашутів та гальмівного двигуна (його увімкнено на віддалі 20—30 м від поверхні) він здійснив м'яку посадку на поверхню Червоної планети в її південній півкулі, між світлими областями *Electris* (Електрида) та *Phaetontis* (Фаетонія) на плоскому дні великого кратера *Ptolemaeus* (Птоломей). Це була перша в історії м'яка посадка спускного апарата на марсіанську поверхню (і єдина в радянській космонавтиці), що, звичайно, слід вважати неабияким досягненням. Адже м'яка посадка на Марс — складне науково-технічне завдання, тим більше що тоді, коли розробляли АМС «Марс-3», було дуже мало інформації про марсіанський рельєф, властивості марсіанського ґрунту та ін.

У статті [10] яскраво художньо описано, як учені-марсологи очікували в апаратному залі Центру далекого космічного зв'язку інформацію зі спускного модуля, що перебував «на величезній рівнині, яку продували неземні вітри ... в розпалі марсіанського літа». Сигнал послано приблизно о 10 год ранку за марсіанським часом у південній півкулі; він потрапив на Землю через орбітальний модуль.

У той час, коли три АМС («Марс-2», «Марс-3» та «Маринер-9») підлітали до Марса, вся південна півкуля Червоної планети була охоплена потужною пиловою бурею, що розпочалася у вересні 1971 р. і закінчилася аж у січні наступного року. Така метеорологічна обстановка на Марсі всерйоз перешкоджала дослідженням з навколо-марсіанської орбіти та унеможливила роботу спускного модуля на поверхні планети. Передання інформації (панорама поверхні Червоної планети) з автоматичної марсіанської станції почалося через півтори хвилини після її посадки на поверхню планети, але, на жаль, воно тривало всього 15 с.

З орбіти штучних супутників нашого космічного сусіди вдалося зібрати докладну інформацію про пилову бурю — цей типово марсіанський феномен. Зокрема, за допомогою приладу на борту АМС «Марс-3» у грудні 1971 р. проведено фотометричні спостереження, на основі яких радянські вчені В.І. Мороз (1931—2004) і Л.В. Ксанфомаліті (1932—2019) оцінили середній розмір часток пилу — приблизно 1 мкм.

Ось коротко про інші наукові результати космічної місії «Марс-3». За допомогою орбітального модуля цієї АМС вивчено сім підсупут-

никових трас на поверхні Червоної планети, розмішених таким чином, що це дало змогу провести спостереження приблизно одних і тих же областей під час пилової бурі та після неї.

У 1972 р. з борту АМС «Марс-3» здійснено вимірювання радіояскравісної температури поверхні Червоної планети. Опрацювання цих даних показало, що на глибині кілька десятків сантиметрів температура майже не залежить від часу доби (на самій поверхні добові коливання температури сягають 70°). Значно слабші на тій глибині і сезонні зміни температури. Такі результати свідчать про низьку теплопровідність марсіанського ґрунту.

За допомогою наукових приладів на орбітальному модулі виконано радіопросвічування атмосфери Марса (сантиметровий діапазон), визначено залежність тиску, температури й концентрації атомів водню від висоти для марсіанської атмосфери, досліджено деякі властивості його іоносфери, виявлено шарову структуру атмосфери Марса, уточнено його оптичну сплюснутість.

На основі інформації з борту АМС оцінено вміст водяної пари в марсіанській атмосфері. Це взагалі складне завдання, бо водяної пари там мало. Вимірювання за допомогою приладів КА «Марс-3» показали, що в досліджуваній проміжок часу атмосфера Червоної планети була ще сушішою, ніж зазвичай. Виявилось, що вміст водяної пари в марсіанській атмосфері у п'ять тисяч разів менший, ніж у земній. Для визначення вмісту водяної пари в атмосфері використано метод, у якому аналізується та частина спектру, де переважає відбите сонячне випромінювання, а не теплове від поверхні Марса. Цей метод дещо досконаліший від методу, використаного при обробці результатів з борту АМС «Маринер-9».

За даними магнітометрів, установлених на борту АМС «Марс-2» і «Марс-3», радянський учений Ш.Ш. Долгінов показав, що Марс має слабе магнітне поле (його напруженість приблизно у 500 разів менша від напруженості магнітного поля Землі). Як трохи пізніше виявилось, магнітосфера Марса витягнута в нічний бік. На основі спостережень з борту АМС «Марс-3» показано, що марсіанське магнітне поле з денного боку Червоної планети не виявляється уже на висоті 2200 км.

З борту орбітального модуля АМС «Марс-3» отримано фотометричні профілі Марса глобального характеру в багатьох спектральних діапазонах, здійснено фотографування Марса з різних відстаней над його поверхнею; знімки Марса дали змогу уточнити оптичне стиснення планети. Ще один цікавий результат - за допомогою французького приладу «Стерео» проведено дослідження сонячного радіовипромінювання.

Цікаво знати, що автоматичну марсіанську станцію, парашут, гальмівний екран і двигун для м'якої посадки знайдено на сучасних знімках поверхні Червоної планети. Уперше це вдалося наприкінці 2012 р. російському блогерові В. Єгорову в результаті уважного перегляду знімків за 2007 р., зроблених з борту американської станції «Mars Reconnaissance Orbiter».

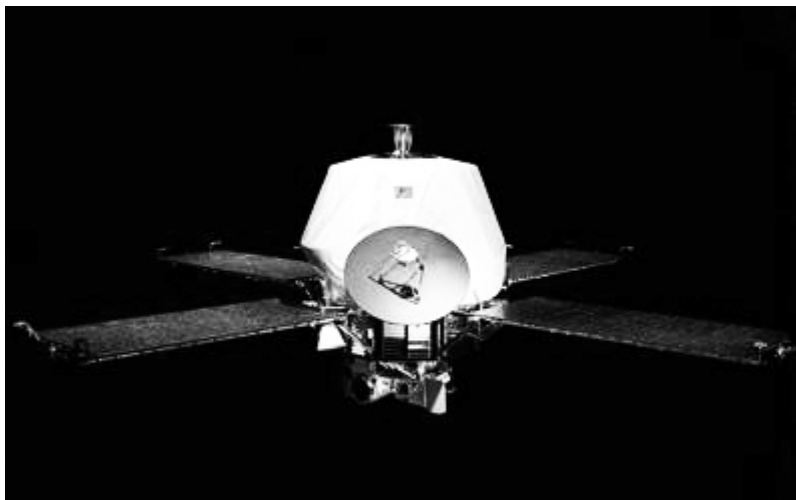
50 років тому, 30 травня 1971 р., з космодрому на мисі Канаверал за допомогою ракети-носія Атлас/Центавр здійснено запуск **американської АМС «Маринер-9»** («Mariner 9» або «Mariner-I») програми НАСА «Маринер Марс 71». Названа АМС була призначена для наукових досліджень Марса з орбіти його штучного супутника, а також для вивчення природних супутників Червоної планети — Фобоса і Деймоса.

Маса названої АМС при запуску досягала тонни, при цьому майже 440 кг припадало на паливе, 63 кг — на наукові прилади: *інфрачервоний та ультрафіолетовий спектрометри*, двоканалний *інфрачервоний радіометр*, дві *фототелевізійні камери* (високого й низького розрізнення).

Згідно з планами, за допомогою АМС «Маринер-9» мали продовжити дослідження Марса, проведені з борту АМС «Маринер-4», «Маринер-6» і «Маринер-7». Зокрема, передбачалося картографування понад 70 % марсіанської поверхні з відстані 1500 км та з розрізненням 100—1000 м/пкл; за допомогою інфрачервоного радіометра планували виявити можливі прояви вулканічної активності.

Приблизно через півроку, 11 листопада, на підльоті до Марса, АМС розпочала фотографувати його з відстані 1 350 000 км. У середині листопада того ж року ввімкнувся гальмівний двигун. АМС зменшила свою швидкість та вийшла на витягнуту орбіту штучного супутника Марса — першого в історії; параметри орбіти були такими: найменша відстань від поверхні (периапсис) — 1400 км, найбільша відстань від поверхні (апоапсис) — 18000 км; період обертання — 12 з половиною години. Невдовзі фахівці здійснили корекцію орбіти, так що період обертання став 12 год; це зроблено для того, щоб станція стеження Голдстоун (шт. Каліфорнія, США) перебувала в зеніті у той момент, коли АМС проходила через периапсис.

Наприкінці 1971 р., для того, щоб передавати результати картографування з високою швидкістю, знову здійснено корекцію орбіти «Маринера-9», так що периапсис збільшився до 1650 км, а період обертання — до 12 год.



11 лютого 1972 р. АМС виконала програму польоту, а наприкінці жовтня того ж року, із закінченням запасів стиснутого газу для системи орієнтування, її вимкнули. Загалом на аероцентричній орбіті АМС функціонувала майже 350 земних діб.

Як уже зазначено вище, в той час, коли АМС наблизилася до Марса, його поверхня була охоплена пиловою бурєю глобального масштабу, яка закінчилася тільки в січні 1972 р. Через це знімання поверхні для картографування довелося відкласти. Вирішено було більше часу приділити зніманню Фобоса та Деймоса. Впродовж листопада й грудня 1971 р. вдалося отримати приблизно 40 зображень цих супутників із високим розрізненням, а загалом «Маринер-9» дав змогу здобути понад сотню дуже якісних телевізійних знімків Фобоса і Деймоса. Ці фотографії допомогли уточнити вигляд і розміри природних супутників Червоної планети: виявилося, що це — великі кам'яні брили неправильної форми з розмірами кілька десятків кілометрів. На знімках видно, що поверхні цих тіл покриті великою кількістю кратерів. Крім того, телевізійні знімки з борту «Маринера-9» дали змогу уточнити ефемериди Фобоса і Деймоса.

У середині січня наступного року, послуговуючись приладами на борту АМС «Маринер-9», фахівці розпочали картографування поверхні Червоної планети. Загалом АМС передала на Землю майже 7330 знімків; вони охопили майже 85% марсіанської поверхні з розрізненням головним чином 1—2 км, невелику кількість знімків вдалося отримати з розрізненням аж 100—300 м. На фотографіях,

що їх передала АМС «Маринер-9», видно кратери, великі вулканічні утворення, туман, і що особливо цікаво — звивисті русла висохлих річок, серед яких назвімо русло Ніргал віком щонайменше кілька мільйонів років. Сухі русла марсіанських річок — сенсаційне відкриття, воно вказує на те, що в далекому минулому атмосферний тиск на Марсі був набагато вищий, ніж тепер, так що вода там могла перебувати в рідкому стані.

Аналіз деяких складних форм кратерів на Марсі, що їх виявлено за допомогою цієї АМС, дав змогу підтвердити гіпотезу про колишню вулканічну активність Червоної планети. Адже «Маринер-9» допоміг побачити кратери з кількома концентричними валами, кратери-кальдери, кратні кратери тощо. Зокрема, один з найцікавіших об'єктів на Марсі: кальдероподібний кратер Nix Olympica — найвище утворення на планеті, його оточують досить крутий вал діаметром приблизно 6 км та низка інших концентричних кільцевих структур. Виявлення величезної ролі вулканічних процесів у формуванні марсіанської поверхні — один із найважливіших результатів роботи «Маринера-9».

На фотографіях «Маринера-9» виявлено велетенські каньйони — довгі, глибокі долини (грабени), довжина яких інколи сягала тисячі кілометрів. Прикладом може слугувати Великий Каньйон завдовжки 4000 км, завширшки 120 км і завглибшки 6 км, котрий простягається у південній півкулі від 27° до 110° по довготі; від нього відходять розгалужені яри менших розмірів.

На основі вимірювань моментів заходу й сходу «Маринера-9» з-за диску Марса обчислено параметри тривісного еліпсоїда фігури Червоної планети: 3400.8 км, 3394.7 км та 3372.5 км із середньою квадратичною похибкою 2.2 км. А обробивши 7300 фотографій Марса, що їх отримано з борту АМС «Маринер-9», американські фахівці склали фотомозаїчну карту його поверхні, масштаб якої 1:5000000, і низку геологічних карт різних масштабів. Проаналізувавши ці фотографії та карти, вчені дійшли висновку, що Марс із часом змінювався більше, ніж вважали раніше.

Назвімо ще деякі результати космічної місії «Маринер-9». Зокрема, спостереження з борту цієї АМС підтвердили, що Фобос і Деймос повернуті до Марса завжди одним боком, тобто так, як Місяць до Землі. На основі даних з борту «Маринера-9» отримано для величини тиску біля поверхні Марса: 1—9 мб (середнє значення — 6 мб), виявлено лінії атомарного кисню в ультрафіолетовій частині спектру, над полярною шапкою знайдено озон, оцінено динамічне стиснення Червоної планети (0.0052). Проведено вимірювання характеристик сильно запиленої атмосфери Марса, виявлено вплив пилу на розігрів марсіанської атмосфери. Апаратура «Маринера-9» дала змогу систе-

матично дослідити теплове випромінювання Червоної планети. Завдяки вивченню поверхні Марса з високим розрізненням виявлено, що низка його класичних темних областей являє собою світлу територію, покриту темними плямами.

Дослідженнями з борту «Маринера-9» завершилася серія запусків американських АМС до Червоної планети, яка почалася «Маринером-4» у 1964 р. Отримана за допомогою КА «Маринер-9» інформація лягла в основу при плануванні наступних польотів космічних апаратів до Марса.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бронштэн В.А.* Планета Марс. // Москва: «Наука», 1977. — 96 с.
2. *Долгинов Ш.Ш., Ерошенко Е.Г., Жузгов Л.Н.* Магнитное поле в ближайшей окрестности Марса по данным спутников Марс-2 и Марс-3 // Докл. АН СССР, 1972, т.207, № 6, с. 1296—1299, URL: <http://www.mathnet.ru/links/29beb51000b7e04b0bcf0c0ed7a190c8/dan37336.pdf>.
3. *Дума Д.П.* Загальна астрометрія (навчальний посібник). // К., НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2007. — 600 с.
4. *Климишин І.А.* Історія астрономії. // 2-ге, випр. вид., Івано-Франківськ: «Гостинець», 2006. — 652 с.
5. *Колчинский И.Г., Корсунь А.А., Родригес М.Г.* Астрономы (биографический справочник). // 2-е изд., К. «Наукова думка», 1986. — 512 с.
6. *Клейман Е.Б.* «Каплан Самуил Аронович». — Прославленные земляки. Рославльский район. Администрация муницип. образования «Рославльский р-н» Смоленской обл. URL: rosavl.ru/history/favorit/kaplan.htm.
7. *В.И. Мороз, Л.В. Ксанфомалити.* «Четыре месяца на марсианской орбите» // «Вестник АН СССР», 1972, № 9, с.10—25.
8. «Памяти Самуила Ароновича Каплана» // «Земля и Вселенная», 1979, №1, с. 46, 47.
9. Н.Г. Панкрашкина, З.П. Ситкова. «Самуил Аронович Каплан». — Инст. инф. технологий математики и механики. Университет Лобачевского. URL: itmm.unn.ru/ob-institute/nemnogo-istorii/memorial/samuil-aronovich-kaplan.
10. В. Смирнов. «Сигнал с Марса. Репортаж из Центра дальней космической связи». — Газета «Правда» (8.12.1971 р.) URL: <http://tapemark.narod.ru/mars.html>.
11. *Феоктистов К.П.* Научный орбитальный комплекс. // Изд-во «Знание», Москва, 1980, 64 с.

The first part of the almanac gives the 2018 calendar, description of calendar systems used by various peoples in the world, ephemerides for the Sun, the Moon, and planets, moments of rising and setting for the Sun and the Moon, planetary configurations, the visibility of planets and Jupiter's satellites on the sky, some data on variable stars, comets, occultations of stars by the Moon and asteroids, meteor showers, eclipses, and other celestial phenomena.

The second part informs us on the current state of investigations in some fields of astronomy, and gives some memorable dates in history of astronomy and cosmonautics.

The almanac may be used as a handbook by specialists in astronomy and related sciences, by school teachers, students, pupils, amateur astronomers etc.

Науково-популярне видання

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

**АСТРОНОМІЧНИЙ
КАЛЕНДАР
2021**

Випуск шістдесят сьомий

Видається з 1948 р.

Мовні редактори *К. М. Ненахова, В. М. Клименко*

Коректори *К. М. Ненахова, О. В. Клименко*

Комп'ютерна верстка *С. В. Кубарева*

Підписано до друку 15.12.2020. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 16,51. Обл.-вид. арк. 20,19.

Тираж 200 прим. Зам. № 6193

Видавець і виготовлювач
Видавничій дім «Академперіодика» НАН України
01004, Київ-4, вул. Терещенківська, 4

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серії ДК № 544 від 27.07.2001 р.